

# Økosystemtjenester i Nordsjøen – Skagerrak

## Beskrivelse, vurdering og verdsetting





# RAPPORT

Sweco rapport nr.: [Nr.] 146281-1	Sweco oppdrag nr.: 1462281	Dato: 3.3.2012
NIVA løpenr. (for bestilling): 6353-2012	NIVA prosjektnummer: O-12068	ISBN-nummer: 978-82-577-6088-5
<b>Kunde:</b> Klima- og forurensningsdirektoratet på vegne av arbeidsgruppen for verdiskaping og samfunnsmessige forhold nedsatt av faggruppen for Nordsjøen-Skagerrak		
<b>Økosystemtjenester i Nordsjøen - Skagerrak</b>  <b>- Beskrivelse, vurdering og verdsetting</b>		
<b>Sammendrag:</b> Se kapittel 1.		
<b>Rev.</b>	<b>Dato</b>	<b>Revisjonen gjelder</b>
<b>Utarbeidet av:</b> Kristin Magnussen, Hartvig Christie, Wenche Eikrem, Pia Norling og Karl Norling		<b>Sign.:</b>
<b>Kontrollert av:</b> Ståle Navrud og Mats Walday		<b>Sign.:</b>
<b>Oppdragsansvarlig / avd.:</b> Jannike Gry B. Jensen/ Avdeling for miljørådgivning		<b>Oppdragsleder / avd.:</b> Kristin Magnussen/ Avdeling for miljørådgivning



## FORORD

Denne rapporten er skrevet på oppdrag fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) på vegne av arbeidsgruppen for verdiskaping og samfunnsmessige forhold nedsatt av faggruppen for Nordsjøen - Skagerrak og utarbeidet av Sweco Norge og Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

Hensikten med prosjektet er å gi en beskrivelse av økosystemtjenester i Nordsjøen og Skagerrak - og verdien av disse. I dette arbeidet har vi lagt mest vekt på å beskrive og vurdere de tjenestene fra havet som vanligvis *ikke* beskrives og verdsettes.

Internasjonalt foregår det nå mye arbeid med å beskrive, vurdere og verdsette økosystemtjenester, men man er fortsatt i startgropen, og det er mange spørsmål som ikke er avklart. Det er gjort mindre for å vurdere og verdsette økosystemtjenester fra havet enn fra landbaserte systemer.

Denne rapporten er et forsøk på å konkretisere hvilke økosystemtjenester og – verdier som finnes i Nordsjøen og Skagerrak. Rapporten har blitt til i løpet av en måneds tid vinteren 2012, og rapporten må ikke sees som noe endelig "svar" på hva økosystemtjenestene er "verdt". Men rapporten kan være et skritt i retning av bedre å forstå og beskrive betydningen av den rekken av goder og tjenester som havet forsyner oss med – og som bare i begrenset grad har en markedspris.

I rapporten har vi i stor grad benyttet andre underlagsrapporter for forvaltningsplanen for Nordsjøen og Skagerrak. Det gjelder særlig rapporten "Faglig grunnlag for en forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak: Arealrapport" fra Havforskningsinstituttet (Fisken og havet nr. 6/2010) og "Næringer og samfunn i tilknytning til Nordsjøen/Skagerrak – statistikk for verdiskaping, produksjon og demografi" fra Statistisk sentralbyrå (SSB) (Kolshus og Homstvedt 2012). I tillegg har vi i stor grad bygd på "Havforskningsrapporten 2011" (Havforskningsinstituttet 2011) når det gjelder fiskebestander etc. av de ulike fiskbare artene i forvaltningsplanområdet. Vi har også i stor grad kunnet bygge på tidligere rapporter knyttet til beskrivelse, vurdering og verdsetting av marine økosystemer (Magnussen et al. 2010 a,b; 2012).

Kristine Kolshus og Svein Homstvedt i SSB har bidratt ved å gi oss grunnlagsdata og utdyping av tabeller og figurer i nevnte SSB-rapport, noe vi setter stor pris på. Vi har hatt stor nytte av innspill og kommentarer fra Havforskningsinstituttet, Fiskeridirektoratet, Direktoratet for naturforvaltning og Oljedirektoratet, i tillegg til meget gode og nyttige innspill fra vår oppdragsgiver Klif.

En stor takk til alle som har bidratt!

Utredningen er gjennomført uten bindinger og står for utreders ansvar. Vi takker vår oppdragsgiver og øvrige bidragsytere for et godt samarbeid.

Fredrikstad, 3. mars 2012.

Kristin Magnussen  
Oppdragsleder hos Sweco Norge



## Innhold

<b>1</b>	<b>Sammendrag .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Innledning og formål .....</b>	<b>5</b>
2.1	Innledning og bakgrunn .....	5
2.2	Formål og avgrensing .....	6
2.3	Rapportens oppbygging.....	7
<b>3</b>	<b>Økosystemtjenester og - verdier.....</b>	<b>8</b>
3.1	Hva er "økosystemtjenester"? .....	8
3.2	Produserende, kulturelle, regulerende og støttende økosystemtjenester og sammenhengen med menneskers velferd.....	9
3.3	Økosystemtjenester fra havmiljø .....	10
3.4	Verdsetting av økosystemtjenester.....	11
3.4.1	Verdier og verdsetting .....	11
3.4.2	Utfordringer ved vurdering og verdsetting av marine økosystemer .....	13
3.4.3	Økonomiske verdsettingsmetoder.....	16
3.4.4	Metodenes egnethet for verdsetting av økosystemtjenester.....	19
<b>4</b>	<b>Økosystemtjenester i Nordsjøen og Skagerrak.....</b>	<b>20</b>
4.1	Innledning .....	20
4.2	Støttende økosystemtjenester .....	20
4.2.1	De ulike støttende økosystemtjenester .....	20
4.2.2	Verdien av støttende økosystemtjenester i Nordsjøen og Skagerrak .....	22
4.3	Regulerende økosystemtjenester .....	37
4.3.1	Klimatisk og atmosfærisk regulering .....	38
4.3.2	Reduksjon av eutrofiering .....	39
4.3.3	Andre regulerende tjenester.....	42
4.3.4	Regulerende økosystemtjenester - oppsummering .....	45
4.4	Produserende økosystemtjenester .....	45
4.4.1	Fisk og skalldyr .....	46
4.4.2	Andre produserende tjenester.....	51
4.4.3	Produserende økosystemtjenester – oppsummering.....	54
4.5	Kulturelle økosystemtjenester.....	55
4.5.1	Rekreasjon og reiseliv.....	55
4.5.2	"Havets testament" .....	65
4.5.3	Andre kulturelle tjenester .....	66
4.5.4	Kulturelle økosystemtjenester - oppsummering.....	69
<b>5</b>	<b>Kunnskapsbehov .....</b>	<b>70</b>
	<b>Referanser.....</b>	<b>73</b>





# 1 Sammen drag

## **Bakgrunn**

Havområdene våre forsyner oss med en rekke miljøgoder og -tjenester, som ofte kalles **økosystemtjenester**, og vår velferd og livskvalitet er avhengig av slike goder og tjenester. Disse består av mange synlige og godt kjente goder og tjenester som fisk og skalldyr, rekreasjon og turisme, men også av mindre kjente tjenester som for eksempel sørger for nedbryting av skadelige organismer, opprettholdelse av stabiliteten i økosystemet, klimaregulering osv. Flesteparten av disse økosystemtjenestene er fellesgoder (kollektive goder). De omsettes ikke i markeder og har dermed ingen markedspris. Dette betyr at kostnadene ved å ødelegge slike tjenester ikke kommer fram i våre vanlige regnskap, i hvert fall ikke på kort sikt. Derfor er det fare for at man utarmer disse tjenestene.

De siste årene har det vært en stor FOU-aktivitet internasjonalt med sikte på å beskrive og kategorisere økosystemtjenester og gjøre dem mer synlige i beslutningsprosesser. Det gjelder særlig rapporten "The Millennium Ecosystem Assessment" (MEA 2005) som beskriver og klassifiserer rekken av ulike tjenester som forskjellige økosystemer forsyner oss med og vurderer tilstanden og utviklingen i verdens økosystemer. Økonomisk verdsetting av disse økosystemtjenestene er videreutviklet i prosjektet "The Economics of Ecosystems and Biodiversity" (TEEB 2010)<sup>1</sup>. TEEBs formål er å fremme en bedre forståelse for "the true economic value of the benefits we receive from nature". I Norge nedsatte regjeringen høsten 2011 et offentlig utvalg som skal utrede hvordan kunnskapen om verdien av naturmangfold og økosystemtjenester kan styrkes slik at beslutningsgrunnlaget blir bedre.

## **Formål og avgrensing**

I vår rapport er formålet å presentere bredden i de verdiene havet representerer, og vi har lagt størst vekt på å beskrive og vurdere tjenester som vanligvis ikke beskrives og beregnes. Vår hensikt er ikke å gi noe svar på hva samlet verdi av økosystemtjenestene vi får fra Nordsjøen-Skagerrak er. Det som er interessant er verdien av forringelse eller forbedring. Imidlertid er det ofte mangelfull kunnskap om hvilke utslag endringer i for eksempel forurensningsbelastning gir for ulike tjenester. Derfor presenteres også eksempler på verdien av de tjenestene havet forsyner oss med i dag.

Det foreligger relativt mye naturvitenskapelig informasjon om Nordsjøen og Skagerrak, selv om det fortsatt er store kunnskapshull. Denne rapporten tar ikke sikte på å gi noe fullstendig bilde av de naturfaglige aspektene. Vi presenterer noen av de viktigste økosystemtjenestene i Nordsjøen-Skagerrak og forsøker å få fram hvordan noen av de mest synlige og kjente tjenestene som fisk og rekreasjon avhenger av de mer ukjente og usynlige grunnleggende strukturer og prosesser (støttende og regulerende tjenester). Vi gir også noen eksempler for å illustrere at mange av tjenestene (også) har en økonomisk verdi. Noen av eksemplene på økonomisk verdsetting overlapper med hensyn til hvilke komponenter av økosystemtjenestene som verdsettes mens andre tjenester ikke får noen prislapp i det hele tatt. Det gir derfor ikke mening å summere eksempelverdiene som oppgis i rapporten.

Rapporten fokuserer på nytteverdi, dvs. et mål på nytten mennesker har av økosystemtjenester. En utfordring i beslutningssammenheng er å ta hensyn til ressurser i tråd med deres reelle verdi (viktighet) uavhengig av hvordan verdien er uttrykt.

---

1) se også [www.teebweb.org](http://www.teebweb.org) for flere rapporter skreddersydd for ulike brukere

### ***Ulike typer økosystemtjenester***

Økosystemtjenestene deles ofte i følge grupper: Støttende, regulerende, produserende og kulturelle. Nedenfor vil vi presentere disse tjenestene, med beskrivelser fra Nordsjøen og Skagerrak.

### ***Støttende økosystemtjenester***

De støttende økosystemtjenestene er grunnleggende for så å si alle de andre økosystemtjenestene, og ivaretagelse av disse økosystemtjenestene er derfor helt avgjørende for bærekraften til økosystemet. De støttende økosystemtjenestene omfatter tjenester eller funksjoner som vedlikehold av geokjemiske sykluser, primærproduksjon og vedlikehold av biodiversitet, habitater og resiliens.

Store deler av Nordsjøen er et grunt og meget produktivt havområde. De støttende og regulerende økosystemtjenestene er beskrevet og satt i en sammenheng for å forstå hele økosystemet. Havets primærproduksjon i form av marin planteproduksjon gir grunnlag for støttende økosystemtjenester som mangfold, ulike næringskjeder og biodiversitet. Disse tjenestene gir også grunnlag for fiskebestander på til sammen 11-15 millioner tonn. Nordsjøen er omgitt av en stor befolkning, noe som gjør at havområdet og de grunnleggende strukturer og funksjoner utsettes for en rekke menneskelige påvirkninger.

De støttende funksjonene er kanskje de viktigste av alle funksjoner og tjenester i havet. De utgjør selve grunnlaget for at det er mulig å høste de kontinuerlige strømmene av fisk, rekreasjon osv., som vi vanligvis forbinder med tjenester fra havet. Slik sett kan disse tjenestene vurderes og verdsettes indirekte gjennom å se på hva som blir endring i verdi av produserende eller kulturelle tjenester dersom de grunnleggende, støttende tjenestene av en eller annen grunn forstyrres. Slike verdier representerer først og fremst verdien av de støttende tjenestene i kraft av at de er grunnlaget for andre tjenester. Det å opprettholde de grunnleggende biostrukturer, dvs. de støttende tjenester, som for eksempel å vedlikeholde biodiversitet kan imidlertid også sies å ha en verdi i seg selv – i økonomenes termer vil dette være en del av det som kalles ikke-bruksverdier.

### ***Regulerende økosystemtjenester***

De regulerende tjenester omfatter tjenester eller funksjoner som klimatisk og atmosfærisk regulering, reduksjon av eutrofiering, regulering av skadelige stoffer, biologisk regulering og tilbakeholdelse av sedimenter. Havets evne til å regulere klima er en svært viktig funksjon – og en funksjon under press. Klimaendringer og medfølgende temperaturendringer kan påvirke nesten alle andre økosystemtjenester. Landområdene rundt Nordsjøen og Skagerrak hører til våre mest befolkede områder, og med tilfang fra befolkningstette områder i alle omkringliggende land betyr dette et havområde og et sett av både støttende og regulerende økosystemtjenester som utsettes for en stor belastning av fysiske og kjemiske påvirkninger.

Både de støttende og de regulerende økosystemtjenestene vil inngå i det som kalles "mellomprodukter". Verdiene i økonomisk forstand fremkommer først og fremst ved at disse tjenestene legger grunnlag for andre tjenester, som direkte påvirker vår velferd slik som naturressurser og naturopplevelse. Noen av disse regulerende tjenestene kan imidlertid påvirke vår nytte mer direkte. Havet har blant annet en stor evne til å binde klimagassen CO<sub>2</sub>, og man kan regne en verdi på det CO<sub>2</sub> som havet "tar opp" ved å benytte fremtidige

kvotepriser eller lignende. Både for CO<sub>2</sub> og andre regulerende (renovasjons-) tjenester må man imidlertid være klar over at renovasjonskapasiteten er begrenset, og hvis man overskrider denne kapasitetsgrensen, kan det få uheldige følger (for eksempel ved at opptak av CO<sub>2</sub> medfører havforsuring og effekter på organismer med skall osv.).

### ***Produserende økosystemtjenester***

De produserende økosystemtjenestene representerer de mest kjente og mest synlige goder og tjenester fra havet, blant annet fisk og skalldyr, men også genetiske ressurser og mulige produkter for blant annet farmasøytisk og bioteknologisk industri.

Kommersiell fiske og akvakultur er blant de tjenestene som oftest verdsettes i kroner. Førstehåndsverdien av fisket i forvaltningsplanområdet var mer enn 3 milliarder kroner i 2010 mens førstehåndsverdien i akvakulturnæringen i de fylkene som inngår i forvaltningsplanområdet var ca. 10 milliarder kroner i 2010.

De øvrige tjenestene som utnyttes i dag er i hovedsak fisk som inngår i fiskemel og fiskeolje (som brukes til fôr i oppdrett og husdyrhold), og taretråling som gir alginat for eksport. Når det gjelder olje- og gassressurser pågår nå et arbeid med å utforme en internasjonal klassifisering av økosystemtjenester i regi av FN (UNSD), European Environment Agency (EEA) og Verdensbanken. I dette arbeidet inngår ikke olje og gass som en økosystemtjeneste. Det ligger dermed an til at olje og gass ikke vil bli betraktet som en økosystemtjeneste.

De øvrige produserende godene og tjenestene representerer i stor grad mulige fremtidige bruksverdier (opsjonsverdier). Det gjelder for eksempel genetiske ressurser og ressurser for farmasøytisk, kjemisk og bioteknologisk industri. Dette er områder der det satses betydelige midler i dag, men der de økonomiske verdiene i liten grad har materialisert seg.

Energiforsyning direkte fra havet, som bølge- og tidevannsenergi, og offshore vindenergi, representerer også store potensielle verdier, men er i liten grad i bruk i dag. I forvaltningsplanområdet er det offshore vindenergi som er mest aktuelt per i dag. Det pågår nå et arbeid med konsekvensvurderinger knyttet til offshore vindkraft langs hele norskekysten.

### ***Kulturelle økosystemtjenester***

Kulturelle økosystemtjenester inkluderer tjenester som rekreasjon og turisme, estetiske verdier, ivaretagelse av kulturell arv og identitet og verdien av "havets testament".

En viktig kulturell økosystemtjeneste fra det marine miljø er nytten dette miljøet gir som grunnlag for friluftsliv og rekreasjon. Kyst- og havmiljø er viktig for friluftslivet ved at det gir opplevelsesverdi, det er et sted å utøve aktiviteter, det gir helseeffekter, og det er et viktig grunnlag for lokal og nasjonal næringsutvikling gjennom turisme og reiseliv. Det er store rekreasjonsinteresser knyttet til Nordsjøen og Skagerrak. En rekke fritidsaktiviteter utøves i det marine miljø, slik som bading og båtliv, fritidsfiske, sjøfugljakt, fuglekikking, og opphold ved kyst og hav. Imidlertid finnes det lite datagrunnlag knyttet til utbredelsen av ulike aktiviteter, hvor mange rekreasjonsdager som utøves og rekreasjonsverdien av ulike aktiviteter.

Basert på tidligere undersøkelser i andre områder og kunnskap om befolkning og antall hytter i kystkommunene innenfor forvaltningsplanområdet, har vi estimert at antall rekreasjonsdager blant fastboende kan være i størrelsesorden 30 millioner per år, mens antall rekreasjonsdager blant hyttefolket kan anslås til 8-12 millioner dager.

Hvis man antar at folk i de aktuelle fylkene har samme fritidsfiskeaktivitetsmønster som gjennomsnittsnordmannen, kan vi (basert på tidligere studier) anslå antall fiskedager per år ved kyst og hav for befolkningen i kommunene langs kysten i forvaltningsplanområdet til ca. 4 millioner. Hvis vi også antar samme rekreasjonsverdi (konsumentoverskudd) per fiskedag, tilsier det en årlig verdi på i størrelsesorden 1-3 milliarder kroner. Disse tallene omfatter ikke rekreasjonsverdien til tilreisende turister eller hyttefolk. Vi har heller ikke verdsatt selve fisken som fanges, blant annet fordi det er usikkerhet rundt hvilke mengder det dreier seg om.

For mange andre viktige aktiviteter, som bading og båtliv, fuglekikking, dykking, snorkling, padling etc. har vi ikke gjort verdianslag. Internasjonalt (særlig i USA) finnes oversikter over "rekreasjonsverdien per dag" for ulike fritidsaktiviteter, men det er vanskelig å vurdere uten nøyere undersøkelser om disse er relevante for norske forhold. Dessuten vet vi relativt lite om antall rekreasjonsdager for ulike aktiviteter i de aktuelle områdene, slik at det uansett vil være vanskelig å komme fram til verdianslag i kroner. Denne typen verdier går det imidlertid an å hente inn, og de er blant de mest undersøkte i andre land.

Når det gjelder turistnæringen står den for en verdiskaping som oftere verdsettes i kroner, men det er ikke helt enkelt å regne ut verdien av "turisme basert på økosystem Nordsjøen og Skagerrak". Vi har presentert noen tall for turistnæringen knyttet til kysten i de aktuelle fylkene for å gi et bilde av verdiene.

De øvrige godene og tjenestene som kalles kulturelle økosystemtjenester, som for eksempel estetiske verdier, kulturell arv og identitet og ikke minst havets testament, er viktige verdier knyttet til marine områder og Nordsjøen – Skagerrak. Dette er verdier som er vanskelige å verdsette i kroner, men slike tjenester inngår som en viktig del av det som i samfunnsøkonomien kalles ikke-bruksverdier, og som har vist seg å utgjøre en betydelig del av folks betalingsvillighet for miljøgoder og -tjenester.

### **Kunnskapsbehov**

Internasjonalt foregår det nå mye arbeid med å beskrive, vurdere og verdsette økosystemtjenester, men man er fortsatt i startgroen, og det er mange spørsmål som ikke er avklart. Det er gjort mindre for å vurdere og verdsette økosystemtjenester fra havet enn fra landbaserte systemer.

Kunnskap om naturgrunnlaget og sammenhengene i økosystemene er grunnleggende for å kunne verdsette økosystemtjenester og endringer i økosystemtjenester. Det er et gjennomgående problem at man ikke kjenner godt nok til samvirke mellom arter og deres byttedyr, predatorer og konkurrenter. Dette er viktig informasjon for å beskrive og vurdere de støttende økosystemtjenestene, men også for å kunne vurdere hvordan endringer i livsbetingelser i naturgrunnlaget påvirker vår velferd gjennom endringer i produserende og kulturelle tjenester. Det er behov for å løfte fram økosystemtjenesteperspektivet ved utforming av nye naturvitenskapelige studier fordi det kan ha betydning for hvilken informasjon som bør samles inn. Det er stort behov for norske studier som i praksis forsøker å vurdere og verdsette marine økosystemtjenester. Det er behov for videre arbeid med metoder og praksis for verdsetting av ulike økosystemtjenester, og det bør jobbes med å fremskaffe gode, enkle, kvantitative eksempler på verdsetting av ulike økosystemtjenester.

## 2 Innledning og formål

### 2.1 Innledning og bakgrunn

*"Naturressursene fra havet har gjort Norge til en av verdens viktigste havnasjoner. Havet har medvirket til verdiskaping og velstand. Olje- og gassvirksomheten og fiskerinæringen er Norges største eksportnæringer. Sjøtransport er en vesentlig aktivitet i norske havområder, og det er et betydelig potensial for framtidig produksjon av fornybar energi. I tillegg gir rekreasjon og turisme grunnlag for økonomiske verdier i flere ledd".* Slik beskrives havets ressurser i "Norske miljømål" (Miljøverndepartementet 2011).

Sammenhengene mellom verdiskaping fra havet og bevaring av de grunnleggende marine økosystemene er uttrykt særlig i Mål 1.1. der det heter at: *"De marine økosystemenes struktur, virkemåte, produktivitet og naturmangfold skal opprettholdes eller gjenopprettes og danne grunnlag for verdiskaping gjennom bærekraftig bruk av ressurser og økosystemtjenester".*

Dette er en erkjennelse av at vår velferd og livskvalitet er avhengig av en rekke miljøgoder og -tjenester, som ofte kalles **økosystemtjenester**. Disse består dels av synlige og godt kjente goder og tjenester som fisk og skalldyr, rekreasjon og turisme, men også av mindre kjente tjenester som for eksempel sørger for nedbryting av skadelige organismer, opprettholder stabiliteten i økosystemene osv. Flesteparten av disse godene og tjenestene er fellesgoder som ikke omsettes i markeder, og de har derfor ingen markedspris. Dette betyr at kostnadene ved å ødelegge slike tjenester ikke kommer fram i våre vanlige regnskap, i hvert fall ikke på kort sikt. Det er derfor fare for at man utarmer disse tjenestene.

I Norge har man som et hjelpemiddel til å vurdere utviklingen av ulike økosystemer, utarbeidet "Naturindeks for Norge". Denne indeksen viser utviklingen av naturmangfoldet i de store økosystemene og angis som et tall mellom 0 og 1. Verdien 1 viser at naturtypen har samme verdi som under referanseforhold, det vil si "Lite påvirket tilstand" mens 0 indikerer stort avvik fra referanseverdien, for eksempel ved utryddelsen av en art. Hensikten er å måle om tapet av naturmangfold stanser, slik Norge har forpliktet seg til i internasjonale avtaler (Miljøverndepartementet 2011).

Når det gjelder havområdene våre sier naturindeksen at tilstanden for de bunnlevende artene er bedre i det dype Norskehavet enn i de grunnere områdene i Barentshavet, Nordsjøen og Skagerrak. For de pelagiske artene som lever i frie vannmasser, er tilstanden best i Barentshavet (NI=0,76), noe dårligere i Norskehavet (NI=0,68) og Nordsjøen (NI=0,62). Aller dårligst står det til i Skagerrak der naturindeksen, NI= 0,49.

Internasjonalt har det skjedd mye de siste årene for å beskrive og kategorisere alle typer goder og tjenester fra økosystemene, og for å bringe dem inn i økonomiske analyser og gjøre dem mer synlige i ulike beslutningsprosesser.

Et viktig skritt, og grunnlaget for mye av det som har blitt gjort på dette området senere, er rapporten "The Millennium Ecosystem Assessment" (MEA) fra 2005. MEA beskriver og klassifiserer rekken av ulike tjenester som forskjellige økosystem forsyner oss med, og i tillegg vurderes tilstanden og utviklingen i verdens økosystemer.

Et annet viktig initiativ er "The Economics of Ecosystems and Biodiversity" (TEEB), som ble startet i 2007 av lederne av G8-landene. TEEB har som formål å fremme en bedre forståelse for "the true economic value of the benefits we receive from nature".

TEEBs rapport fra 2010 beskriver hvordan økosystemtjenestene har stor betydning for økonomi og velferd. Den viser også at hvis vi ikke setter i verk tiltak raskt, vil den nåværende reduksjonen av biodiversitet og de tilhørende tap av økosystemtjenester fortsette, og i en del tilfeller, akselerere.

TEEB (2010) slår fast at ikke alle verdier knyttet til biodiversitet – eller økosystemtjenester – kan verdsettes i kroner. Noen mener prinsipielt sett at naturen har en egenverdi som er uavhengig av den nytte eller glede mennesker har av den. Selv om vi fokuserer på nytteperspektivet, dvs. økosystemenes bidrag til menneskers velferd og velvære, er det bare en liten del av disse godene og tjenestene vi greier å verdsette monetært. Dette har sammenheng både med at vi mangler kunnskap om mange av de økologiske sammenhengene og funksjonene, og med de begrensningene som ligger i markedene og de økonomiske verdsettingsmetodene.

Det finnes en del eksempelstudier som verdsetter biodiversitet og økosystemtjenester, men disse verdsetter vanligvis bare en del av totalen. Det finnes betydelig færre verdsettingsstudier for marine økosystemer enn for landbaserte (terrestriske) økosystemer.

TEEB (2010) konkluderer likevel med at økonomisk verdsetting kan være en nyttig metode for å måle bidraget økosystemtjenestene gir til vår livskvalitet og velferd, og til å bedre vår forståelse av hva man vinner og taper ved ulike bruk av økosystemer. Selv med de begrensningene som finnes, er denne typen verdsetting viktig for å vise noen av de store økonomiske verdiene som er forbundet med slike goder og tjenester – og de store tapene som oppstår når økosystemene forringes.

Høsten 2011 nedsatte den norske regjeringen et offentlig utvalg om verdier av økosystemtjenester. Dette utvalget skal utrede hvordan kunnskapen om verdien av naturmangfoldet og økosystemtjenestene kan styrkes slik at beslutningsgrunnlaget blir bedre, og foreslå metoder for å vurdere og verdsette konsekvensene for velferd og livskvalitet av endringer i naturmangfoldet og økosystemtjenestene. Utvalgets arbeid skal munne ut i en NOU høsten 2013.

## **2.2 Formål og avgrensning**

Formålet med denne rapporten er å presentere bredden i de verdiene havet representerer, og vi har lagt størst vekt på å beskrive og vurdere de tjenestene fra havet som vanligvis ikke beskrives og beregnes. Det er ikke hensikten å svare på hva samlet verdi av økosystemtjenestene vi får fra Nordsjøen-Skagerrak er. Det som er interessant, er verdien av forringelse eller forbedring. Imidlertid er det ofte mangelfull kunnskap om hvilke utslag endringer i for eksempel forurensningsbelastning gir for de ulike tjenestene, og derfor presenteres også eksempler på verdien av de tjenestene som havet forsyner oss med i dag.

Det foreligger relativt mye naturvitenskapelig informasjon om Nordsjøen og Skagerrak – selv om det fortsatt er store kunnskapshull også på det området. Denne rapporten tar ikke sikte på

å gi noe fullstendig bilde av de naturfaglige aspektene, men vi vil trekke fram visse naturfaglige forhold som er av betydning for å forstå økosystemenes funksjoner som basis for de tjenestene vi mennesker får fra havet. De rapportene som er utarbeidet i forbindelse med forvaltningsplanarbeidet, er viktige for vår beskrivelse av økosystemtjenester i havområdet og et viktig utgangspunkt for vår rapport.

Helhetlig forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak skal geografisk dekke områdene utenfor grunnlinjen under norsk jurisdiksjon nord til 62°N. Tiltakene i forvaltningsplanen skal kun omfatte dette området, mens det faglige arbeidet også dekker andre deler av Nordsjøen, samt kystnære strøk der det er nødvendig. Fjorder omfattes som hovedregel ikke (Ottersen et al. 2010). I denne rapporten har vi hatt samme utgangspunkt som det faglige arbeidet ellers. Vi har stilt to kontrollspørsmål for å vurdere om økosystem og tjenester skulle inkluderes eller ikke: i) Påvirkes denne økosystemtjenesten av det som skjer i selve forvaltningsplanområdet (utenfor grunnlinjen og ii) Påvirkes selve forvaltningsplanområdet (utenfor grunnlinjen) av denne aktiviteten/tjenesten? Dersom svaret er ja på ett eller begge spørsmål, er tjenesten forsøkt inkludert. Det er imidlertid noen glidende overganger på dette området – særlig når det gjelder folks oppfatning og opplevelse av hvordan ulike forhold påvirker deres velferd (for eksempel estetikk, ikke-bruksverdier, rekreasjon). Av denne grunn har vi enkelte steder omtalt tjenester og aktiviteter og gitt eksempler som strengt tatt befinner seg utenfor forvaltningsplanområdet.

Denne rapporten er ikke et forsøk på å gjennomføre en samfunnsøkonomisk analyse knyttet til aktiviteter i Nordsjøen og Skagerrak. Men det er ønskelig at den kan gi en beskrivelse av økosystemtjenestene, som kan være et bidrag til en eventuell senere samfunnsøkonomisk analyse.

Vi presenterer noen av de viktigste økosystemtjenestene og forsøker å få fram hvordan noen av de mest synlige og kjente tjenestene som fisk og rekreasjon avhenger av de mer ukjente og usynlige grunnleggende strukturer og prosesser (støttende og regulerende tjenester). Vi gir også noen eksempler for å illustrere at mange av tjenestene også har en økonomisk verdi. En del av verdiene som presenteres er bruttoverdi (for eksempel eksportverdi av vill fisk og oppdrettsfisk) mens det er netto samfunnsøkonomisk verdi som skal inkluderes i eventuelle samfunnsøkonomiske analyser (noe som betyr at for eksempel fangstkostnader / produksjonskostnader må trekkes fra). Noen av eksemplene på økonomisk verdsetting overlapper med hensyn til hvilke komponenter av økosystemtjenestene som verdsettes (og gir dermed dobbelttelling; for eksempel for å illustrere ulike måter å vurdere rekreasjonsverdier for fastboende, hyttefolk, turister og fiskere), mens andre tjenester ikke får noen prislapp i det hele tatt. Det gir derfor ikke mening å summere eksempelverdiene som oppgis i rapporten.

## **2.3 Rapportens oppbygging**

Kapittel 3 i rapporten gir en introduksjon til økosystemtjenester og -verdier og en introduksjon til verdsetting av økosystemtjenester og spesielle utfordringer man møter ved slik verdsetting. Disse kapitlene er i hovedsak noe forkortede utgaver av tilsvarende kapitler i Magnussen et al. (2010a,b) og metodebeskrivelser i Magnussen et al. (2012).

Hoveddelen av denne rapporten er kapittel 4 som gir en gjennomgang av økosystemtjenester og -verdier i Nordsjøen og Skagerrak, for henholdsvis støttende, regulerende, produserende og kulturelle økosystemtjenester. I kapittel 5 har vi oppsummert kunnskapsmangler og kunnskapsbehov.

### 3 Økosystemtjenester og - verdier

#### 3.1 Hva er “økosystemtjenester”?

Med “økosystemtjenester” mener vi de goder og tjenester fra økosystemene som gir oss mennesker nytte (“The benefits we receive from nature”). Naturen blir sett i et menneskelig perspektiv, men med utgangspunkt i en økosystembasert tankegang. I en slik sammenheng er nytte vidt definert. Nyttan kan være materiell eller immateriell, og kan for eksempel inneholde elementer av altruisme både nå og for fremtiden. Økosystemtjenester er nå et allment brukt begrep blant annet i Konvensjonen om biologisk mangfold (CBD), og i det omfattende prosjektet “The Economics of Ecosystems and Biodiversity” (TEEB) i EU- og UNEP-regi.

Figur 3.1. illustrerer sammenhengene mellom de grunnleggende biologiske strukturer og prosesser, funksjonene disse har og de tjenester som danner grunnlag for vår velferd og velvære.

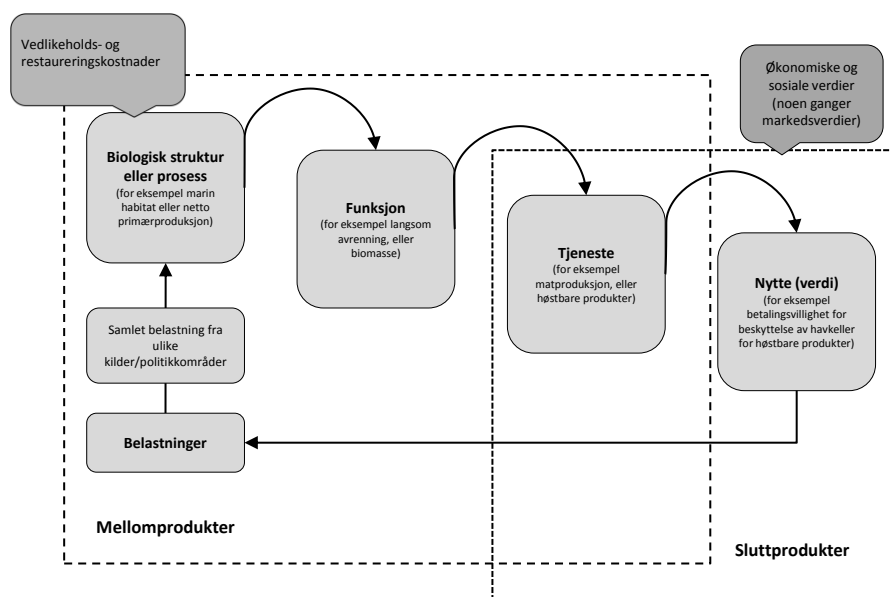


Fig.3.1: Sammenheng mellom biodiversitet og økosystemtjenester (Kilde: Tilpasset fra: Roy Haines-Young, presentert av J-L Weber, *the Global Loss of Biological Diversity*, 5-6. mars 2008; her hentet fra oversatt versjon i Magnussen et al. 2010b).

Som en forenkling for å illustrere de økologiske funksjonene og tjenestene med økonomiske begreper, kan vi regne boksen nest øverst til venstre i figur 3.1 (biologisk struktur eller prosess) som en beholdning eller kapital i økonomisk forstand. Denne beholdningen gir en viss “avkastning”, som her måles i ulike tjenester, som produksjon av fisk for konsum, klimatisk regulering osv. Disse strømmene kan måles enten i kroner, dersom priser er tilgjengelige eller mulige å fremskaffe, eller på andre måter – ved kvantitativ eller kvalitativ verdivurdering.



Avkastningen (strømmen av tjenester) er avhengig av hvor stor beholdningen er. Forenklet kan man si at dersom vi tar ut deler av beholdningen, kan strømmen/avkastningen være stor i en periode, men da vil avkastningen i de neste periodene være desto mindre fordi vi "tærer på kapitalen". Dette bildet er gyldig for ressurser som er fornybare, eller betinget fornybare, som sjølevende dyr og planter. Dersom vi utnytter en ikke-fornybar ressurs, er det deler av kapitalen som tas ut. Sammenhengen mellom beholdning og årlige strømmer av ulike tjenester vil imidlertid være ulik for ulike organismer i ulike økosystem, og det vil også være slik at beholdning og strømmer av en art vil påvirke og påvirkes blant annet av beholdning og strømmer av andre arter. Slike forhold gjør at sammenhengene mellom "kapital" og "strømmer" er mer kompliserte i et økosystem enn i den økonomiske parallellen. Disse sammenhengene har vi bare delvis kunnskap om, noe vi kommer tilbake til i senere kapitler.

Figuren illustrerer også at økosystemer og biodiversitet, eller beholdningen, er utsatt for en rekke ulike påvirkninger som kan føre til at beholdningen endres – og dermed kan også de årlige strømmene av tjenester endres. En del av disse påvirkningene er menneskeskapt.

Betydningen av å skille mellom henholdsvis funksjoner og tjenester og mellom sluttprodukter og mellomprodukter, spesielt ved økonomiske verdsetting av tjenestene, kommer vi tilbake til i avsnitt 3.4.2.

### 3.2 Produserende, kulturelle, regulerende og støttende økosystemtjenester og sammenhengen med menneskers velferd

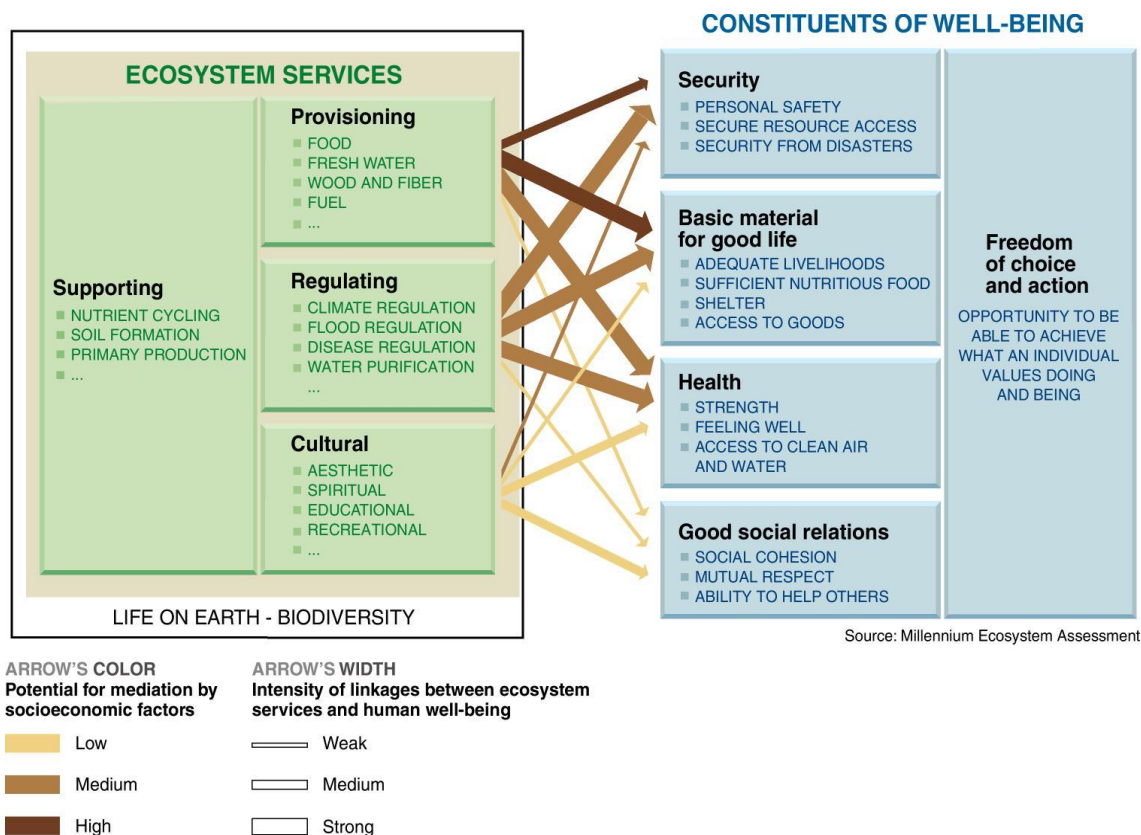
Grupperingen av økosystemtjenester i denne rapporten følger inndelingen i Millennium Ecosystem Assessment (MEA), som fortsatt er den mest brukte (mange av de alternative inndelingene representerer større eller mindre justeringen av denne). MEA deler økosystemtjenester i fire grupper: Produserende (også kalt "forsynende" på norsk; "provisioning" på engelsk), kulturelle, regulerende og støttende økosystemtjenester. En oversikt er gitt i boks 3.1. nedenfor. Vi vil senere beskrive økosystemtjenestene mer konkret og identifisere de viktigste av disse med tanke på verdiene knyttet til Nordsjøen og Skagerrak.

#### *Boks 3.1: Inndeling av økosystemtjenester og eksempler*

##### **Inndeling av økosystemtjenester og eksempler:**

- **Produserende tjenester, dvs.** de produktene mennesker får fra økosystemer. Fisk, skalldyr, råvarer til industri og genetiske ressurser er eksempler.
- **Kulturelle tjenester** gir folk nytte i form av rekreasjon, turisme, estetiske opplevelser, følelse av tilknytning og identitet.
- **Regulerende tjenester, dvs.** tjenester som regulering av klimaet, rensing av vann, erosjonskontroll og regulering av sykdommer.
- **Støttende tjenester, dvs.** de grunnleggende økosystemtjenestene som er nødvendige for alle andre økosystemtjenester. Eksempler er biodiversitet og primærproduksjon. Opprettholdelsen av disse tjenestene er avgjørende for å bevare bærekraftigheten til økosystemene.

Økosystemtjenester påvirker menneskers velferd og livskvalitet på mange måter. Figur 3.2 illustrerer sammenhengen mellom økosystemtjenester og menneskers velferd.



Figur 3.2: Sammenheng mellom økosystemer og menneskers velferd og velvære (Kilde: MEA 2005).

### 3.3 Økosystemtjenester fra havmiljø

Vi vil her gi en kortfattet oversikt over de fire kategoriene av økosystemtjenester. I kapittel 4 gis en mer utfyllende beskrivelse av økosystemtjenestene i hver kategori med utgangspunkt i Nordsjøen og Skagerrak.

Havet er storprodusent av mat i form av fisk og skalldyr. Havets **produserende økosystemtjenester** omfatter imidlertid mer enn dette. Markedet for helsekost basert på råvarer fra havet (som alger, for eksempel stor- og sukkertare) ekspanderer. Alger fra havet kan brukes som gjødsel og finnes ofte i produkter i næringsmiddel- og kosmetikkindustrien. Produksjon av biodrivstoff fra tang og tare er foreløpig kun en mulighet. Det finnes også mange arter som anvendes eller kan anvendes i legemiddel- og bioteknologiindustrien. Havet forsyner oss med genetisk materiale som kan være viktig for å restaurere ødelagte og forringede habitater eller truede bestander, eller som kan være med å forbedre stammen av oppdrettsfisk.

**Kulturelle økosystemtjenester** inkluderer rekreasjon og bidrag til utdanning, vitenskapelig informasjon og til vår kulturarv. Turisme knyttet til hav og sjø forutsetter i stor grad at det

finnes rene, fine strender å reise til, og klart vann for å bade, padle, seile osv., og ressurser som fisk og sjøfugl for å fiske og jakte.

Havet er utgangspunkt for mange forskningsprosjekter. Forskernes undersøkelser har blant annet bidratt til bedre forvaltning av våre kommersielle fiskeressurser og til bedre å forstå hvordan miljøet i havet henger sammen og forandrer seg. Dette kan også hjelpe oss til bedre å forstå hvilke forandringer vi kan vente oss i fremtiden.

Alle de verdiene vi har beskrevet ovenfor, bygger på og er avhengige av havets **støttende og regulerende økosystemtjenester**. Disse økosystemtjenestene er grunnleggende for alle de andre, og ivaretagelse av disse økosystemtjenestene er derfor avgjørende for økosystemets bærekraft. Fotosyntesen gir primærproduksjon. De to økosystemtjenestene som har størst innvirkning på primærproduksjonenes størrelse, er det biogeokjemiske kretsløpet (særlig næringsstoffenes, vannets og karbonets kretsløp), og havets evne til å regulere klimaet. Det biogeokjemiske kretsløpet og klimareguleringen påvirker nesten alle andre økosystemtjenester, og hverandre.

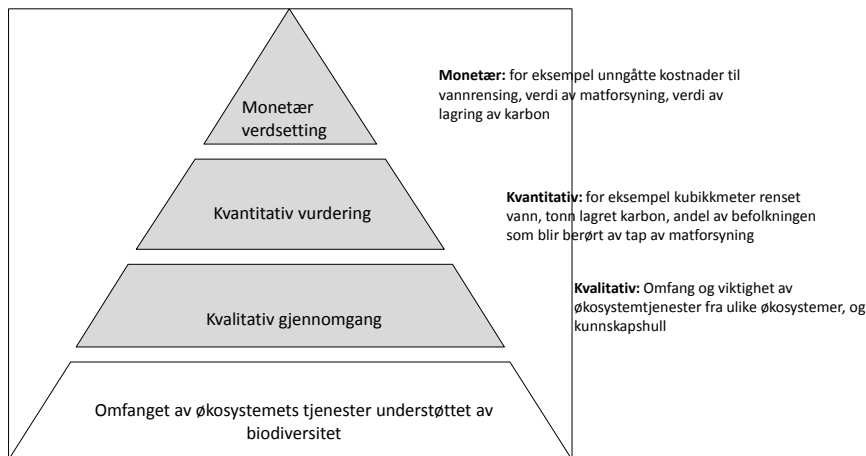
Havets primærproduksjon i form av plankton og marin planteproduksjon gir grunnlag for de støttende økosystemtjenestenes mangfold, næringsvev og livsmiljø. Samlet gir disse opphav til de ulike varer og tjenester som er til direkte nytte for menneskene. De bidrar også til å bevare evnen til resiliens (motstandskraft), dvs. havets evne til å innhente seg etter en forstyrrelse. I et velfungerende økosystem håndteres forstyrrelser av de regulerende tjenestene som sørger for å gjenopprette utgangssituasjonen.

### 3.4 Verdsetting av økosystemtjenester

#### 3.4.1 Verdier og verdsetting

I denne rapporten har vi fokus på *nytteverdi*, det vil si et mål på nytten mennesker har av økosystemtjenester. En utfordring i beslutningssammenheng er å ta hensyn til ressurser i tråd med deres reelle verdi (viktighet), uavhengig av hvordan verdien er uttrykt. Å overse og forringe en økosystemfunksjon av stor betydning, kan i neste omgang gi et stort tap, også i økonomiske termer.

Figur 3.3. illustrerer at vi må være klar over at vi ikke fanger hele bildet av økosystemene og økosystemtjenestene gjennom økonomiske verdsettingsstudier, men kun "toppen av isfjellet". Dette er viktig for tolkning og vurdering av slike resultater. Når vi bruker begrepet "verdier" i sammenheng med økosystemtjenester betyr dette da mer enn verdier uttrykt i kroner. Vi snakker om verdier som de forhold og tjenester som har betydning for oss mennesker. For en fullstendig vurdering av verdien av økosystemtjenestene må man derfor benytte både kvalitative, kvantitative og monetære verdsettingsmetoder.



*Figur 3.3: Sammenheng mellom marine økosystemtjenester og økonomisk verdsetting. (Kilde: Bearbeidet fra P.ten Brink, Workshop on the Economics of the Global loss of Biological Diversity, 5-6 mars 2008, Brussel; Gjengitt i European Communities, 2008: The Economics of Ecosystems and Biodiversity. An interim report, figur 3.2., s. 33; her hentet fra oversatt versjon i Magnussen et al. 2010b).*

Det kan synes som en unødvendig eller umulig forenkling at alle verdier skal tvinges over i pengeverdier. På den annen side kan det i mange tilfeller være nyttig og illustrerende å få regnet ut hvilke verdier som eksplisitt og implisitt settes på ulike goder og tjenester i ulike sammenhenger.

Selv om det ofte ikke settes en eksplisitt kroneverdi på miljøgoder og tjenester (som økosystemtjenester), kan verdsettingen sies å skje implisitt. Det skjer for eksempel når lover og forskrifter utformes for å ivareta miljøhensyn, når det vedtas marine verneplaner, eller det ilegges krav om tiltak for å redusere utslipp. Slik implisitt verdsetting kan også gi et uttrykk for hvordan samfunnet verdsetter økosystemtjenester, selv om det ikke er en anerkjent verdsettingsmetode i samfunnsøkonomisk forstand. (For at metoden skulle være pålitelig i samfunnsøkonomisk forstand ville det kreve en rekke strenge forutsetninger som sjelden vil være oppfylt i praksis).

Det er videre viktig å ha klart for seg at det man søker å inkludere ved økonomisk verdsetting er det som kalles "Total samfunnsøkonomisk verdi" (Total Economic Value – TEV) som inkluderer både bruksverdier (direkte-, indirekte- og opsjonsverdi) og ikke-bruksverdier (eksistens- og bevarings/arveverdi) som vist i boks 3.2.

Boks 3.2: Total samfunnsøkonomisk verdi kan deles i flere deler.

**Total samfunnsøkonomisk verdi (Total Economic Value - TEV) består av følgende deler:**

- **Bruksverdi:** Med *bruksverdi* menes verdier knyttet til bruk av godet  
  
Bruksverdien kan deles i henholdsvis *direkte*-, *indirekte*- og *opsjonsverdi*
  - *Direkte bruksverdier* vi får fra marine økosystemer er for eksempel verdien av fiskeriressurser og andre arter med kommersiell verdi, samt rekreasjonstjenester som bading og båtliv, dykking, osv.
  - *Indirekte bruksverdi* referer seg til nytte som er relatert til tjenester vi får fra funksjonen av marine økosystemer og overlevelse av marine ressurser, selv om disse ikke har noen direkte kommersiell verdi, kan også være knyttet til det å se hav, havmiljø, kystlandskap osv.
  - *Opsjonsverdi* betyr at personer som ikke bruker en ressurs i dag, kan verdsette *muligheten* (opsjonen) til å bruke ressursen i fremtiden.
- **Ikke-bruksverdi** er verdien av godet/økosystemtjenesten uten tanke på egen bruk, men knyttet til å ville bevare den for seg selv og andre i dag (*Eksistensverdi*) og for fremtidige generasjoner (*Bevarings- eller arveverdi*). Eksistensverdien referer til nytten som oppstår ut fra kunnskapen om at marine økosystemer er beskyttet uten å bli brukt. Bevaringsverdier referer til nytten som oppstår for et individ ut fra kunnskapen om at fremtidige generasjoner kan ha glede av eksistensen av marine økosystemer.

**Kvasi-opsjonsverdi** kan sees som en korreksjonsfaktor til Total samfunnsøkonomisk verdi når man har med *irreversible inngrep* å gjøre, for eksempel utryddelse av arter, eller endring av økosystemer utover det nivået der de kan komme tilbake til tidligere tilstand. Kvasi-opsjonsverdien er verdien av *ikke* å gjennomføre irreversible tiltak for dermed å kunne utnytte økt fremtidig informasjon (Arrow & Fisher 1974).

### 3.4.2 Utfordringer ved vurdering og verdsetting av marine økosystemer

#### **Manglende kunnskap og manglende økonomiske verdier**

I økonomisk sammenheng maksimeres nåverdien ved å summere verdien av *alle* fremtidige inntekter/fordeler og trekke fra alle ulemper/kostnader. Dette er ikke spesielt for verdsetting av (marine) økosystemtjenester, men kan kreve ekstra oppmerksomhet fordi vi har begrenset kunnskap om mange av tjenestene. Ved ensidig vektlegging av noen prissatte tjenester kan man miste av syne at økt inntekt av disse (i form av økt uttak) kan redusere forekomsten av andre, vanskelig prissatte tjenester. Det er derfor viktig at en systematisk fremstilling av de ikke prissatte økosystemtjenestene inngår i analysen.

#### **Fare for dobbelttelling**

En annen problemstilling er knyttet til faren for dobbelttelling hvis man verdsetter underliggende tjenester i tillegg til slutt-tjenesten m folk direkte drar nytte av. For en rekke av de støttende og regulerende tjenestene har ikke folk nytte av dem direkte. Det er deres rolle i at andre sluttprodukter (eller slutt-økosystemtjenester) slik som fisk, rekreasjon osv. kan produseres som gir nytteverdi. Analogien finner man for eksempel ved utregning av brutto nasjonalprodukt, der verdien av materialene i en bil ikke regnes i tillegg til bilens pris, fordi

bilprisen inkluderer alle materialer (og arbeid) som ligger bak at bilen ble produsert (se f.eks. Boyd 2010, Boyd og Banzhaf 2007). Å ta med verdien av materialene ville føre til dobbelttelling.

Det er foreslått flere måter for å håndtere disse utfordringene, og vi skal kort nevne noen av disse i de neste avsnittene.

### ***Skille mellom funksjoner og tjenester***

Et viktig utgangspunkt er at det er *økosystemtjenestene* som betyr noe for folks velferd og som skal verdsettes, ikke *økosystemfunksjonene* (jf. figur 3.1.). Men funksjonene er avgjørende for hvilke tjenester som leveres og i hvilket omfang og med hvilken kvalitet.

Verdsetting av produserende og kulturelle økosystemtjenester bør ikke overlapse med verdsetting av de regulerende og støttende økosystemtjenestene. Et eksempel kan knyttes til verdien av å unngå eutrofiering. Verdien av å unngå eutrofiering som "regulerende tjeneste" overlapper med flere av de andre økosystemtjenestene som for eksempel verdien av fisk til forbruk eller verdien av muligheten for god rekreasjon. Samtidig kan det være et element av ikke-bruksverdi ved at folk verdsetter at vannet er rent og at det er et rikt dyreliv der.

I beskrivelsen av tjenestene er dette uproblematisk, fordi det bare viser at de grunnleggende strukturer og funksjoner og tjenester er viktige for flere typer goder og tjenester. Ved verdsetting må man imidlertid være oppmerksom slik at man unngår dobbelttelling.

### ***Skille mellom sluttprodukter og mellom- (overgangs-) produkter***

Økosystemtjenestene består både av produkter/tjenester som vi kan se har direkte nytteverdi for mennesker (som fisk til menneskeføde, og rekreasjon) og tjenester som sikrer og opprettholder disse tjenestene, men som vanskelig kan sies å påvirke menneskers velferd direkte. Det skilles derfor mellom *sluttprodukter* og *mellomprodukter* (også kalt *overgangsprodukter*) som nevnt over.

Ved økonomisk verdsetting og særlig ved eventuell bruk og summering av slik verdsetting i samfunnsøkonomiske analyser, er inndelingen av økosystemtjenester i "sluttprodukter" og "overgangsprodukter" nødvendig for å unngå dobbelttelling. Men for forståelsen av de godene og tjenestene vi får fra det marine økosystemet, er det nødvendig at man ikke kun fokuserer på et fåtall prissatte sluttprodukter.

### ***Verdien av økosystemer over tid***

Det er lønnsomhet på meget lang sikt som teller ved verdsetting av endringer i økosystemtjenester. Denne rapporten presenterer et "øyeblikksbilde" av økosystemer, økosystemtjenester og forsøk på verdsetting av disse. Det er mange faktorer som påvirker økosystemtjenestenes fremtidige verdi.

Generelt sett kan det være grunn til å anta at prisen på marine ressurser – som for mange andre miljøgoder - vil øke raskere enn prisen på produserte varer og tjenester (representert for eksempel ved konsumprisindeksen) fordi det kan bli større knapphet på disse ressursene globalt. Forventet endring i relative priser må utredes og tas inn i de samfunnsøkonomiske regnestykkene, sammen med vurdering av usikkerhet og diskontering når man har lange

tidshorisonter med fare for irreversible effekter, for eksempel i form av utryddelse av arter og habitatødeleggelse.

Fiskeri og havbruk er viktige næringer i forvaltningsområdet, og det er mange elementer som påvirker den langsiktige verdien av disse økosystemtjenestene; herunder internasjonale forvaltningsråd (ICES) og handelsregler (WTO), etterspørsel, teknologi, naturlige og menneskeskapte svingninger i tilstand på habitat og bestander.

### ***Verdibetraktninger og føre var***

Vurderinger og verdsetting knyttet til (marine) økosystemtjenester støter på forhold som usikkerhet og risiko, svært langsiktige virkninger, mulige terskelverdier og irreversible virkninger. Samfunnsøkonomiske avveininger kommer generelt sett til kort når vi har med irreversibilitet å gjøre. Begrepet kvasi-opsjonsverdi (se forklaring i kapittel 3.4.1) er prinsipielt viktig i slike sammenhenger, men det kan være vanskelig eller umulig å prissette disse verdiene og dermed vanskelig å anvende en tilnærming med bruk av kvasi-opsjonsverdi.

Eventuelle "terskeleffekter" må behandles med varsomhet. For at ordinære verdsettingsmetoder skal kunne benyttes må det være slik at tap av "den neste enheten" (dvs. en marginal endring) ikke tipper økosystemet over til en alternativ tilstand. Det vil si at det vi verdsetter ikke må være av en slik art at det skjer et regimeskifte i økosystemet. Dessuten kan vi ikke gå ut fra at verdier beregnet for et stabilt økosystem uten videre kan tøyes til å verdsette store endringer.

I slike situasjoner med stor usikkerhet med hensyn til: i) sannsynligheten for mulige utfall/konsekvenser av et inngrep/prosjekt, ii) de mulige utfall (oftest kjenner man ikke alle mulige utfall), og iii) at enkelte utfall vil kunne medføre irreversible effekter; bør man i større grad også støtte seg til andre beslutningsregler enn økonomisk verdsetting og samfunnsøkonomisk analyse. Dette inkluderer etiske prinsipper som "føre var"-prinsippet ("Precautionary Principle") og prinsippet om å bevare sikre minimumsstandarder for økosystemtjenester gitt at kostnadene ikke er uakseptabelt store (dvs. "Safe Minimum Standards").

For behandling av usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser generelt, vises det til veileder i behandling av usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser (SSØ 2006).

### ***Renovasjonskapasiteten kan være begrenset***

Spesielt for de regulerende tjenestene består tjenesten i at de tar hånd om for eksempel klimagasser og forurensende utslipp av ulike slag (som næringssalter og miljøgifter). Denne renovasjonskapasiteten er imidlertid begrenset, og positiv bare inntil et visst punkt. Hvis renovasjonskapasiteten overskrides, fungerer ikke denne tjenesten lenger. Når naturlig renovasjonskapasitet overskrides, kan det dessuten få følger for en rekke andre prosesser. Man må derfor være forsiktig med verdsetting av typen "mengde forurensning tatt hånd om" multiplisert med en pris per enhet av forurensningen som blir tatt hånd om. (Teoretisk ville prisen endre seg etter som renovasjonskapasiteten endres, men i praksis ville det være vanskelig å fange opp slike prisendringer).

### 3.4.3 Økonomiske verdsettingsmetoder

Økonomiske verdsettingsmetoder deles ofte i to hovedgrupper, avhengig av om de bygger på folks adferd i markedet ("avslørte preferanse-metoder") eller på hva folk uttrykker om sine preferanser/verdier ("uttrykte preferanse-metoder"). Noen av de mest brukte av disse metodene beskrives kort nedenfor.

#### **Markedspriser**

For goder og tjenester som har en markedsverdi, for eksempel kommersielle fiskeressurser og andre råstoffer, kan man benytte markedsprisene for å beregne verdien. Enkelte kulturelle tjenester kan utnyttes kommersielt, slik som estetiske tjenester og rekreasjonstjenester som brukes i reiselivet, og for disse kan man også finne markedspriser. For flertallet av økosystemtjenestene vil man imidlertid ikke finne markedspriser.

Markedspriser er for øvrig ikke alltid "korrekte" priser i samfunnsøkonomisk forstand. For videre diskusjon av dette temaet vises det til for eksempel Finansdepartementet (2005) og NOU (1997, 1998).

#### **Erstatningskostnader og kostnader ved forebyggende tiltak**

Hvis en økosystemtjeneste svekkes eller forsvinner, kan det tvinge samfunnet til å gjennomføre tiltak som erstatter tjenesten eller motvirker tapet. Hvis våtmarker forsvinner, kan behovet for mekanisk eller kjemisk rensing av vann øke. Disse kostnadene kan måles, og brukes som et anslag for verdien av den aktuelle økosystemtjenesten. Det samme er tilfelle dersom for eksempel dårligere regulering av klima fører til økt flomfare – som igjen fører til økte kostnader til forebyggende tiltak som større flomsoner langs hav og vann osv. Også slike kostnader kan i prinsippet beregnes og benyttes, for eksempel som et uttrykk for verdien av et økosystems flomregulerende evne.

Dette er to klassiske eksempler fra økosystemtjenestelitteraturen, og betegnes henholdsvis "kostnader ved å erstatte tapte tjenester" og "kostnader ved forebyggende tiltak".

Erstatningskostnadsmetoden tar som utgangspunkt at verdien av en tjeneste eller et gode må være minst lik kostnadene samfunnet *faktisk* bruker på å erstatte tjenesten. Tilsvarende er tilnærmingen i sistnevnte metode at verdien av en tjeneste eller et gode må være minst like stor som kostnadene samfunnet bruker på å erstatte tjenesten.

Markedsbaserte metoder som disse sier ingenting om *nyttetapet* ved en reduksjon i en økosystemtjeneste. De sier bare noe om kostnadene ved å forebygge eller erstatte, og dersom tiltakene blir gjennomført, er det implisitt at verdien for samfunnet av å bevare eller erstatte tjenesten må være minst like stor som kostnadene.

I amerikansk naturskadeprosess (og etter hvert i EU-sammenheng<sup>2</sup>), brukes disse metodene for å beregne tapet av biologisk mangfold og habitattjenester som følge av oljeutslipp eller annen forurensing.

---

2 Se for eksempel EU-prosjektet REMEDE ([www.envliability.eu](http://www.envliability.eu))



**"Habitat Equivalency Analysis"** eller **"Resource Equivalency Methods"** baserer seg på måter å erstatte tapet av økosystemtjenester. De kvantifiserer endringene i økosystemtjenester i fysisk forstand (for eksempel i arealenhet, antall av en art osv.) og antar at endringen i disse økologiske indikatorene reflekterer proporsjonale endringer i folks velferd (for eksempel halvering av et kystareal i god tilstand tilsvarer en halvering av velferd knyttet til disse arealene). Prosjekter som kompenserer ved å frembringe tilsvarende økninger i indikatorverdiene med minst mulig kostnad antas så å gi tilsvarende velferdseffekter. Verdsettingen av tapet er basert på at kostnaden ved det kompenserende prosjektet vil gi et anslag for velferdstapet (men man kan ikke utelukke at velferdstapet er større eller mindre enn kostnaden).

### ***Transportkostnadsmetoden (TKM)***

Transportkostnadsmetoden er basert på avslørte preferanser og ser på etterspørselen etter transporttjenester for eksempel til et rekreasjonsområde, og bruker kostnadene ved å reise for å besøke området som utgangspunkt for å konstruere en etterspørselskurve som så kan brukes til å måle rekreasjonsverdien av området eller ressursen. Denne metoden er mye brukt blant annet for å vurdere verdien av fritidsfiske både i ferskvann og saltvann. Verdien er ofte uttrykt som konsumentoverskudd i kroner per rekreasjonsdag.

### ***Eiendomsprismetoden - Hedonisk prising (HP)***

En annen metode som også er basert på avslørte preferanser, er eiendomsprismetoden. Metoden tar utgangspunkt i at verdien av ulike goder, inkludert miljøgoder, ligger "innebygd" i bolig- eller hyttepriser. Markedsprisene for boliger og hytter uttrykker således husstandenes nytte samlet sett over tid av alle karakteristika ved eiendommen, inklusive slike som nærhet til havet, vannkvalitet, estetikk osv. Ved hjelp av statistiske metoder kan man utlede den separate betalingsvilligheten (verdien) for den aktuelle økosystemtjenesten.

### ***"Avslørte preferanser" versus "uttrykte preferanser"***

Fordelen med de metodene vi har beskrevet så langt er at de bygger på *faktisk* adferd i eksisterende markeder. Man må imidlertid gjøre en del strenge forutsetninger, som ikke alltid er oppfylt, for å beregne befolkningens betalingsvillighet for miljøgoder/økosystemtjenester ut fra denne markedsinformasjonen. Videre kan disse metodene kun måle **bruksverdien** av en tjeneste, og vil derfor være best egnet for goder og tjenester som i hovedsak har bruksverdier. De kan ikke brukes for tjenester som kun har ikke-bruksverdier. For goder med både bruks- og ikke-bruksverdier, vil de representere et minimumsestimat (fordi de bare omfatter "bruksdelen" av verdien).

For å fange opp den delen av verdien som ikke er knyttet til bruksverdi er ingen av de ovenfor beskrevne metodene, egnet. Da må man benytte metoder som bygger på folks uttrykte preferanser eller verdier. Den mest brukte metoden for verdsetting av ikke-bruksverdier av økosystemtjenester er betinget verdsetting, men også valgekspesimenter kan benyttes.

### ***Betinget verdsetting og valgekspesimenter***

Disse metodene er basert på *hypotetisk* adferd. Man konstruerer et hypotetisk marked for et miljøgode, og spør befolkningen om deres betalingsvillighet for en nøye spesifisert endring i mengden eller kvaliteten av miljøgodet og programmet/tiltaket som vil gi dette. Dette kan for eksempel være tiltak som reduserer sannsynligheten for oljeutslipp og/eller skaden av et

eventuelt utslipp, eller unngår utryddelse av arter. Alternativt kan man spørre om folks krav til økonomisk kompensasjon for å akseptere en miljøforverring.

Dataene innhentes som oftest gjennom representative spørreundersøkelser. Populasjonen utvalget trekkes fra avhenger av hvordan man definerer markedet for miljøgodet, og kan være lokalt, regionalt eller nasjonalt. Fokusgruppetilnærminger har også vært benyttet, særlig for endringer i miljøgoder som er krevende å forstå for respondenten.

Mens man i undersøkelser med "betinget verdsetting" spør direkte om respondentens betalingsvillighet for å få eller unngå en liten endring i fellesgodet, må betalingsvilligheten i valgekspesimenter utledes indirekte. Respondentene blir presentert for ulike valg, der miljøgodet gjøres tilgjengelig i ulike mengde eller kvalitet til varierende pris. Poenget med denne metoden er å utnytte at et gode ofte kan karakteriseres ved et sett med attributter (som for eksempel vannkvalitet, biologisk mangfold, egnethet for fiske osv.), hvis nivåer kan varieres gjennom valgekspesimentet sammen med den kostnaden respondenten står overfor ved de ulike kombinasjonene. Betalingsvilligheten på marginen for hver enkelt attributt og total betalingsvillighet for en samlet endring i flere, kan så utledes gjennom statistiske analyser.

Fordelen med metoder som innhenter uttrykte preferanser er at man kan spørre om den eksakte endringen i fellesgodet man er ute etter å måle (også en *fremtidig* endring), og betalingsvilligheten vil omfatte både bruks- og ikke-bruksverdien. Den største ulempen med disse metodene er at de ikke bygger på faktisk adferd, men på folks uttrykte preferanser i et hypotetisk marked. Det stilles derfor strenge krav til gjennomføring for at metodene skal gi troverdige resultater (se også Dalen et al. 2011 for en vurdering av slike metoder for verdsetting av marine økosystemtjenester).

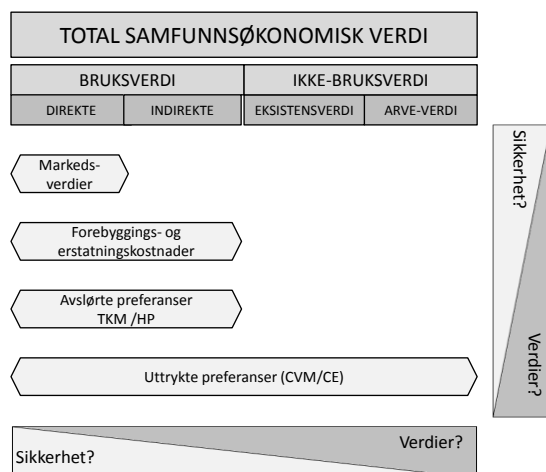
### **Overføring av verdianslag**

Når markedspriser eller andre primære verdsettingsestimater mangler for en bestemt økosystemtjeneste, vil det være naturlig å vurdere om eksisterende verdianslag for samme eller liknende tjeneste kan overføres fra tidligere studier for å si noe om verdien av tjenesten. Dette kan betraktes som en form for sekundær verdsetting.

Fordelen med en slik overføring av verdianslag er at dette oftest er billigere enn å utføre nye verdsettingsstudier. En annen, og ofte like viktig faktor, er at gjennomføring av nye studier er tidkrevende, og overføring av verdsettingsestimater fra eksisterende studier kan dermed være en langt raskere metode. Ulempen med "overføring av verdianslag" er rimeligvis at usikkerheten i verdianslagene øker.

### 3.4.4 Metodenes egnethet for verdsetting av økosystemtjenester

Figur 3.5 gir et generelt bilde av hva slags/hvilke metoder som kan brukes for å verdsette ulike typer miljøgoder og tjenester – også økosystemtjenester.



Figur 3.5. Verdier og metoder for verdsetting av marine økosystemtjenester.

TKM= transportkostnadsmetoden, HP = eiendomsprismetoden, CVM = betinget verdsetningsmetoden og CE = valgekspesimerer. Metodene er beskrevet i avsnitt 3.4.3. (Kilde: her hentet fra Magnussen et al. 2010b).

Figuren illustrerer at usikkerheten i anslagene øker når vi går fra goder med markedspris til goder som må verdsettes ved hjelp av metoder som bygger på uttrykte preferanser. Men den illustrerer også at kun en liten del av verdiene kan fanges opp dersom vi kun benytter markedsbaserte metoder og metoder som bygger på avslørte preferanser. For den store delen av marine økosystemtjenester som kun har – eller har et stort innslag av – ikke-bruksverdier, er det bare metoder som bygger på uttrykte preferanser som kan benyttes. Dette er metodene betinget verdsetting ("betalingsvillighetsundersøkelser") og valgekspesimerer.

I Finansdepartementets veileder for samfunnsøkonomiske analyser (Finansdepartementet 2005) blir det gitt noen generelle retningslinjer for bruk av slike metoder. I en del tilfeller vil bruk av ulike metoder kunne utfylle hverandre snarere enn å utelukke hverandre. Derfor gis det ingen entydige anbefalinger om valg av metode i Finansdepartementets veileder. Imidlertid gjør de uavklarte spørsmålene knyttet til betinget verdsetting som metode at veilederen anbefaler i størst mulig grad å utnytte den informasjonen som ligger i observert adferd. Dersom betinget verdsetting likevel benyttes i stedet for eller i tillegg til markedsbaserte metoder, må det stilles høye metodekrav til undersøkelsen.

## **4 Økosystemtjenester i Nordsjøen og Skagerrak**

### **4.1 Innledning**

I de følgende delkapitlene vil vi ta for oss de marine økosystemtjenestene fordelt på fire grupper av tjenester:

- Støttende økosystemtjenester (kapittel 4.2)
- Regulerende økosystemtjenester (kapittel 4.3.)
- Produserende (også kalt forsyvende) økosystemtjenester (kapittel 4.4.)
- Kulturelle økosystemtjenester (kapittel 4.5.).

### **4.2 Støttende økosystemtjenester**

#### **4.2.1 De ulike støttende økosystemtjenester**

Støttende økosystemtjenester er grunnleggende for så å si alle de andre økosystemtjenestene, og vi har derfor valgt å beskrive dem aller først. Ved siden av at de danner basis for de andre kategoriene økosystemtjenester er det også en stor grad av interaksjon, samvirke og gjensidig avhengighet mellom de ulike støttende økosystemtjenestene. Dette gjelder også for Nordsjøen og Skagerrak.

De støttende økosystemtjenestene omfatter følgende tjenester:

- Vedlikehold av geokjemiske sykluser
- Primærproduksjon
- Vedlikehold av næringsnettdynamikk
- Vedlikehold av biodiversitet
- Vedlikehold av habitater (leveområder)
- Vedlikehold av resiliens
- 

I det følgende vil vi gi en kort beskrivelse av disse støttende økosystemtjenestene.

#### **Vedlikehold av biogeokjemiske sykluser**

Biogeokjemiske sykluser referer til de sykliske bevegelsene av energi og materialer som finnes innen ulike økosystemer. Syklusene er avgjørende for forsyning av konstruksjonsmaterialer for alle levende organismer, inkludert ressurser som blir brukt og verdsatt av samfunnet. Blant de viktige syklusene i marine økosystem er for eksempel årssyklus for lys og temperatur, og karbon-, nitrogen- og fosforsykluser. Disse syklusene er viktige og kan være styrende for de andre støttende økosystemtjenestene, som vedlikehold av primærproduksjon og habitat. Primærproduksjonen kan på sin side virke tilbake på blant annet

karbon- og oksygensyklusen. Denne funksjonen er også sterkt forbundet med de regulerende tjenestene, spesielt klimatisk og atmosfærisk regulering.

### **Primærproduksjon**

Primærprodusenter bruker solenergi for å omdanne dødt (uorganisk) materiale til levende (organisk) materiale gjennom fotosyntese. Dette er en grunnleggende prosess for alt liv på jorden – til lands og til havs. Primærproduksjonen påvirker de fleste andre økosystemtjenester ved å regulere nivået av atmosfærisk oksygen og ved å legge grunnlag for næringskjeden. Blant mange andre viktige funksjoner påvirker primærproduksjonen biokjemiske sykler og regulerer det globale klimaet ved å bruke karbondioksid (CO<sub>2</sub>).

### **Vedlikehold av næringsnettdynamikk**

Figurer av næringsnett (eller næringskjeder) forsøker å beskrive sammenhengen mellom ulike organismer i et økosystem (for eksempel hvem som spiser hva og hvem). Gjennom næringsnettet blir næringsstoff overført fra plankton til de ressursene som brukes mer direkte av samfunnet. En organismes stilling innen et spesielt næringsnett er definert av dens funksjon (for eksempel om den er primærprodusent, spiser planter eller dyr eller døde organismer). Organismene i et hvilket som helst vanlig næringsnett kan deles i følgende tre grupper: i) produsenter (planter), ii) konsumenter (primær- og sekundærkonsumenter; som består av planteetere, rovdyr og omnivore (som spiser både planter og dyr)); og iii) detritivore og nedbrytere (henholdsvis konsumenter av dødt organisk materiale og nedbrytere av avfall).

Forringelse av habitat (leveområder) resulterer ofte i redusert biodiversitet og forandringer i næringsnettdynamikken, som igjen kan forandre økosystemets motstandskraft (resiliens) (Folke et al. 2004).

### **Vedlikehold av biodiversitet**

Biologisk diversitet refererer til variasjonen av livsformer på alle nivåer. En variasjon av arter med like og ulike funksjoner er viktig for de fleste økosystemtjenester, og særlig for næringsnettdynamikk og resiliens. For enkelhets skyld blir biodiversitet som regel referert til som sammensetningen av et antall arter og antall individer av hver art i et gitt område.

Med funksjonell diversitet menes variasjonen blant økologisk funksjonelle prosesser innen et økosystem. Dette aspektet ved biodiversitet er spesielt viktig for vedlikehold av næringsnett og resiliens.

### **Vedlikehold av habitat (leveområder)**

Med habitat menes det miljøet der en organisme lever. Habitater av ulike slag er av vesentlig betydning for å vedlikeholde økosystemenes diversitet og funksjoner. Noen habitater blir tillagt spesiell vekt og verdi. For eksempel anses sammensatte habitat som algebunn eller korallrev som spesielt viktige, fordi de er leveområde for et mangfold av organismer. Fordi de støtter opp om diversitet, er stort sett alle økosystemtjenester direkte eller indirekte avhengig av at ulike habitater tas vare på. Forsyning av matfisk er avhengig av at det finnes tilgjengelige habitater for gyting, klekking, oppvekst og beiting, men det er like viktig at habitater for planter og dyr som matfisken beiter på, bevares. I Nordsjøen er det bløtbunnsområder som i tillegg til de frie vannmasser utgjør de store habitatene som er viktige blant annet for matressurser fra området.

### **Vedlikehold av økologisk motstandskraft mot forandring (resiliens)**

En mye brukt definisjon av økologisk motstandskraft mot forandring (resiliens) er i hvilken grad et økosystem er i stand til å absorbere naturlige og menneskeskapte forstyrrelser og regenerere uten å bli ødelagt eller gå over til en alternativ tilstand. Denne tjenesten er avgjørende for ivaretagelse av økosystemfunksjonene.

Økosystemenes motstandskraft avhenger blant annet av biodiversitet. Stor biodiversitet bidrar til å øke robusthet, stabilitet og evnen økosystemet har til å hente seg inn igjen. Det at stor diversitet har en stabiliserende effekt, har sammenheng med at det da er mer enn en art som utfører samme funksjon i økosystemet. Dersom en effekt virker forstyrrende på en art, kan en annen art ta over dens funksjon som svar på forstyrrelsen. Ved siden av at diversitet innenfor funksjonelle grupper har en stabiliserende effekt, virker også diversitet i form av forskjellige arter innenfor samme funksjonelle gruppe stabiliserende. Ved svekkelse av økosystemets motstandskraft, for eksempel ved overfiske eller eutrofiering, kan man sette i gang såkalte "trofiske kaskader" der økosystemet går over fra et dynamisk likevektsnivå til et annet (såkalt regimeskifte) (Folke et al. 2004).

## **4.2.2 Verdien av støttende økosystemtjenester i Nordsjøen og Skagerrak**

I det følgende delkapittelet vil vi gi en kort beskrivelse av økosystemet i Nordsjøen og Skagerrak som grunnlag for å vurdere både de støttende og de øvrige økosystemtjenestene vi får fra havområdene. Deretter vil vi i delkapittel 4.2.2.2. gå litt nærmere inn på de enkelte komponenter i økosystemet for å få et bedre innblikk i økosystemet i Nordsjøen og Skagerrak. Fordi det i liten grad er gjort forsøk på økonomisk verdsetting av de enkelte støttende økosystemtjenester, vil vi gi en samlet oversikt over forsøk på økonomisk vurdering av støttende økosystemtjenester i delkapittel 4.2.2.3.

### **4.2.2.1 Beskrivelse av økosystemet i Nordsjøen og Skagerrak**

Nordsjøen har et areal på ca. 750 000 km<sup>2</sup>. Store deler av Nordsjøen er et grunt hav (med unntak av Norskerenna), og prosessene oppe i vannmassene er nær koblet til dem på bunnen, noe som bidrar til meget høy produktivitet i hele dette havområdet. Nordsjøen deles i flere deler; nordlige deler med dyp på 100-200 m, sentrale og sørlige deler som er grunne havområder, Norskerenna som er en dyprenne, og Skagerrak i øst. I tillegg kommer kystsonen og store fjorder som har stor grad av utveksling med resten av Nordsjøen. Forvaltningsplanområdet dekker økoregionene Skagerrak og Nordsjøen.

Skagerrak er preget av liten tidevannsforskjell og stor ferskvannspåvirkning fra Østersjøen og de store norske elvene. Denne delen har også de største tilførslene av forurensning (næringssalter og partikler).

Nordsjøen preges av moderat, men økende tidevannsforskjell fra sør til nord langs Vestlandskysten, åpen kyst og store, dype fjorder. Området er lite påvirket av ferskvann og tilførsler av langtransporterte næringssalter.

Det bor ca. 184 mill mennesker i nedslagsområdet til Nordsjøen, og det betyr mye påvirkning fra menneskelig aktivitet. Nordsjøen er et trafikkert område med mange fysiske og kjemiske påvirkninger. Klimaendringer, og særlig temperaturøkninger, har i stor grad påvirket de regulerende tjenestene i de senere år, og klimaendringer antas å være den faktoren som kan få størst påvirkning på økosystemet, blant annet fordi klimaendringer kan føre til endringer i artssammensetningen.

Materialet i dette og følgende delkapittel er basert på følgende referanser: Beaugrand et al. 2001, 2010, Bodvin et al 2010, Bekkby & Eikrem 2011, Christie et al. 2009, Folke et al. 2004, Gundersen et al, 2010, Havforskningsrapporten 2011, Hiddink & Hofstede 2008, Lindley & Batten 2002, Magnussen et al. 2010, Moy et al. 2007, 2008, Ottersen et al. 2010, Steinacher et al. 2009.

Et økosystem er komplisert og styres både av ytre faktorer og av de biologiske interaksjonene som virker både oppover og nedover i næringskjeden. Vi vil her kun gi et forenklet bilde – både av systemet som helhet og av enkeltkomponentene. Hensikten er å gi et innblikk i økosystem i Nordsjøen og Skagerrak som grunnlag for senere vurdering og verdsetting av økosystemtjenestene det gir opphav til. For grundigere og mer uttømmende vitenskapelig beskrivelse vises det til spesiallitteraturen om de enkelte temaer.

Primærproduksjonen omgjør lysenergi til biologisk materiale/energi og danner grunnlag for alle næringskjeder. Faktorer som lys, karbondioksid og næringssalter er forutsetninger for primærproduksjonen, men også andre forhold som strøm, temperatur, saltholdighet, omrøring og sjikting av vannmasser er forhold av betydning. Disse faktorene, samt oksygenforhold, er også viktige for det dyrelivet som understøttes av primærproduksjonen.

I de frie vannmassene består primærprodusentene av planteplankton. Dette er encellede planter som svever fritt i vannmassene, og de kan vokse raskt ved celledeling og forekomme i enorme mengder under gunstige lys- og næringsforhold. Selv om alle er små, finnes det ulike størrelsesgrupper og stort mangfold av arter. Planteplankton bidrar mest til primærproduksjonen i Nordsjøen og Skagerrak, som i andre havområder. Benthiske alger og sjøgress gir også vesentlige bidrag til primærproduksjonen. Blant disse er det i Nordsjøen og Skagerrak de to tareartene stortare og sukkertare som bidrar mest, selv om tang og ålegras kan være betydningsfulle lokalt. Primærproduksjon skjer kun der det er tilstrekkelig med lys (solenergi), og i Nordsjøen er det i de øverste 20-30 meter at produksjonen foregår.

En stor del av energien fra primærproduksjonen blir ført videre oppover i næringskjeden via dyreplankton. I Nordsjøen, som i de øvrige havområdene våre, er hoppekreps en viktig organisme som overfører energi fra planteplankton til fisk.

Planteplankton har en våroppblomstring som er viktig for vekst og formering av en rekke dyreplanktonarter og i neste omgang for fisk. Produksjonen gjennom hele sommersesongen er styrt av lys og næring og gir grunnlag for rike og mangfoldige forekomster av dyreplankton gjennom en lang sesong.

I tillegg til den viktige raudåta finnes et stort mangfold og flere viktige arter av hoppekreps, samt dyreplankton fra andre dyregrupper. Det skilles gjerne mellom to grupper dyreplankton, de som lever hele livet som plankton og de som lever deler av livet som plankton. De sistnevnte kan være en meget viktig komponent av dyreplanktonbiomassen i Nordsjøen. Disse består i hovedsak av larver fra bunndyr. For at bunndyrene skal spre sitt avkom, har de fleste arter en larvefase på noen få uker i de frie vannmasser der de ernærer seg av planteplankton. Fordi de fleste dyrene i eller på bunnen (deriblant den viktige dyphavsreka)

lever dypere enn der primærproduksjonen foregår er disse også i sitt voksne liv avhengig av næring fra de øvre vannmasser. Den del av planteplankton, tang og tare, dyreplankton m.m. som ikke omsettes i de øvre vannmasser, transporteres ned og gir næring til en rik og mangfoldig bunndyrfauna. Slik sett blir disse bunndyrene sammenliknbare med dyreplanktonet når det gjelder sin posisjon i næringskjeden eller energikretsløpet. De lever i stor grad av primærproduksjonen høyere opp i vannmassene og blir i sin tur spist av fisk. Imidlertid finnes det blant dyreplankton og bunndyr representanter for flere ledd i næringskjeden, der flere arter er rovdyr. Det betyr at næringskjedene kan være lengre og mer kompliserte enn de mest effektive som går fra planteplankton, via hoppekreps til fisk. Når plankton og bunndyr blir omsatt i næringskjeden, utskilles de næringsstoffene som ble tatt opp under produksjonen, og næringsstoffer resirkuleres slik at de kan komme til nytte i ny produksjon. Dette betyr også her viktige koblinger mellom dypere lag og overflatelaget.

Også på grunt vann lever dyr i direkte tilknytning til primærprodusenter, her representert av tang, tare og ålegras. Dyrene spiser for det meste ikke direkte av sitt habitat, men noen gjør det etter at det har blitt slitt i stykker og delvis nedbrutt av mikroorganismer. Også her finnes det ulike former for ernæring, men som de fleste andre dyr langt nede i næringskjeden er også mange av dyrene på grunt vann næring for dem på høyere nivåer i næringskjeden, slik som fisk, hummer og krabbe.

Dyreplankton blir spist av pelagisk fisk som sild, brisling og makrell, mens bunndyr blir spist av torskefisk, flyndre og andre bunndyr. Blant fiskene finnes det arter som lever i forskjellige systemer i ulike sesonger eller faser av sin livssyklus. Noen er relativt stasjonære, mens andre som unge lever av plankton og bunndyr nær kysten, men trekker ut på dypere vann og bytter til å leve av andre fisk i sin voksne del av livet. Fisken blir igjen spist av sjøfugl og sjøpattedyr som ved siden av oss mennesker utgjør toppen av næringskjeden.

Siden mye energi går tapt i hvert ledd av næringskjeden, blir utbyttet i forhold til primærproduksjonen mindre jo lenger opp i næringskjeden man kommer. Ved å foreta enkle beregninger basert på estimater av arealer og produksjonsberegninger, finner man at primærproduksjonen i Nordsjøen i stor grad utføres av planteplankton. I norsk sektor beregnes den årlige produksjonen av planteplankton (omregnet til våtvekt) til rundt 750 millioner tonn, og den årlige produksjonen av fastsittende planter (tang, tare, ålegras) til rundt 38 millioner tonn. Produksjonen er det som tilføres systemet av energi i form av biologisk materiale, og som danner grunnlag for mange av økosystemtjenestene.

Det er diskusjon om størrelsen av tap i energioverføring fra et ledd til neste i næringskjeden, men i flere sammenhenger mener man som en tommelfingerregel at ca. 90 % går tapt på land mens ca. 80 % går tapt i akvatiske systemer. Dersom vi tar utgangspunkt i 80 %, beregnes da den samlede primærproduksjonen å gi grunnlag for en sekundærproduksjon på 158 millioner tonn. Dette inkluderer produksjon av dyreplankton og flere typer bunndyr.

Beveger man seg ytterligere et ledd opp i næringskjeden, vil den teoretisk beregnede årlige produksjonen være ca. 32 millioner tonn. En del fiskeslag, som sild, brisling og makrell, hører til tredje ledd i næringskjeden, og det gjør også unge individer av andre fiskeslag som torskefisk, mens de voksne individene befinner seg høyere opp i kjeden. Næringskjedene er kompliserte fordi det er flere dyreplankton, bunndyr og fisk som kan ernære seg på flere ulike nivåer i næringskjeden, men vår forenklete fremstillingen gir et skjematisk bilde av næringskjeden. Når det gjelder fisk, er biomassen av de viktigste fiskeslagene i Nordsjøen



beregnet til 11-15 mill tonn (men merk at biomasse ikke er det samme som produksjon, og for fisk er det vi kan høste langt mindre enn biomassen). Produksjonen av fisk i Nordsjøen fordeles på det som høstes ved fiskerier, det som går videre inn i næringskjeder, og det som transporteres ut av systemet ved at fisk migrerer til nærliggende havområder.

Økosystemet er så langt beskrevet ved å følge energiflyten nedenfra, fra primærprodusentene og oppover i næringskjeden. Imidlertid er et økosystem også påvirket av faktorer ovenfra og ned i næringskjeden. Store fisk som torsk kan påvirke bestandstørrelsen av mindre fisk, og endog sine egne mindre artsfrender. Variasjon i bestander av fiskespisende fisk kan ha stor påvirkning også på lavere nivåer i næringskjeden, fordi en får dominoeffekter som påvirker flere ledd. Store pelagiske fiskebestander kan påvirke forekomster av dyreplankton. Likeledes er det kjent at store oppblomstringer av dyreplankton kan påvirke bestanden av planteplankton. Ved menneskelige aktiviteter som høsting av Nordsjøens ressurser, påvirkning på habitat, tilførsler av forurensning osv., påvirkes også disse prosessene av oss.

Noen av prosessene som styrer de støttende økosystemtjenestene er faste årlige og sesongmessige foreteelser, mens andre foregår på kortere tidsskala, slik som en stadig resirkulering av næring i sommersesongen. Det at hele økosystemet er regulert av prosesser som virker både oppover og nedover i næringskjeden, og at disse prosessene påvirkes i ulik grad av ytre faktorer, ofte med store variasjoner fra år til år, gjør at det kan være komplisert å drive en langsiktig økosystembasert forvaltning. Et viktig poeng er at et mangfold av arter innen de ulike funksjonelle grupper bidrar til at økosystemet opprettholdes selv om det blir påvirket eller forstyrret (stabilitet, resiliens). Hvis en art reduseres kan en annen overta dens rolle i systemet, og et stort mangfold ansees derfor i de fleste tilfeller for en viktig støttende tjeneste.

#### ***4.2.2.2 Nærmere beskrivelse av viktige komponenter i Nordsjøen og Skagerrak***

##### ***Primærprodusenter***

##### ***Planteplankton***

Mikroalgene (planteplankton), inkludert cyanobakteriene, lever i den opplyste delen av havet i de frie vannmassene. Algene, de grønne plantene og blågrønne bakterier produserer oksygenet som nesten alt liv på vår planet er avhengig av. Mikroalgene er primærprodusenter som ved hjelp av lysenergi og CO<sub>2</sub> bygger biomasse (det vil si de vokser og deler seg) og som produserer oksygen. Som andre levende organismer behøver mikroalgene næringsstoffer i tillegg til karbon, og nitrogen og fosfor er blant de viktigste. Når algene dør, brytes de ned, og karbon, fosfor og nitrogen frigis tilbake til havet.

Mikroalgene er viktige i reguleringen av de biogeokjemiske prosessene og i reguleringen av atmosfærens innhold av oksygen og karbondioksid, noe som igjen påvirker havets pH. Innholdet av karbondioksid i atmosfæren har direkte effekt på innholdet av karbondioksid i havet, og påvirker havets pH. Mikroalgene binder karbondioksid i biomasse ettersom de vokser og deler seg. Det senker karbondioksidnivået i vannet, gir høyere pH, og er derved med på å motvirke forsuringen av havet. I løpet av de siste tiårene har havet blitt surere, og det forventes i nordlige farvann en reduksjon i pH på 0,45 i løpet av dette århundret (Steinacher et al. 2009). Når pH i havet synker blir det vanskeligere for marine organismer å danne kalsiumkarbonat, noe som kan bli dramatisk for mikroalger med kalkstrukturer som kalkflagellatene (for eksempel *Emiliania*). Mikroalgene fjerner karbon også når de synker og begraves i sedimentene («karbonsluk»).

De planktoniske mikroalgene står for størstedelen av primærproduksjonen (ca. 90 %) i Nordsjøen og Skagerrak. Planktonalgenes vekst begrenses av det fysiske miljøet. Om vinteren når lyset er begrenset og vannsøylen er mer eller mindre gjennomblandet, er produksjonen lav fordi algene ikke får nok lys. Når våren kommer med økt lys og temperatur samt økt avrenning fra land i kystnære strøk, stabiliseres vannmassene. Det dannes etter hvert et øvre sjikt (over spranlaget) der algene holdes og hvor lyset blir tilstrekkelig for primærproduksjon. Om vinteren blandes næringsrikt dypvann inn i vannsøylen helt til overflaten. Så snart lyset er tilstrekkelig og vannmassene stabile blir det en voldsom vekst (våroppblomstringen som i stor grad består av kiselalger).

Utover våren brukes næringssaltene opp over spranlaget, og algebiomassen avtar. Mer enn 4000 arter planktonalger er beskrevet fra marint miljø. Minst 30-100 algearter observeres i én liter vann til enhver tid på året i Skagerrak og Nordsjøen.

Negative ytre påvirkninger på planteplanktonet kan resultere i tap av biologisk mangfold, endret funksjon og redusert økologisk motstandskraft mot ytre faktorer. Stort mangfold av arter med samme økologiske funksjon reduserer risikoen for økologiske overraskelser av negativ karakter. Forandringer skjer ikke nødvendigvis gradvis, plutselig kan en terskel overskrides ("tipping point"), noe som kan føre til en irreversibel endring der resultatet blir tap av økosystemtjenester.

Mange faktorer spiller inn i økosystemtjenestene til disse primærprodusentene. Med økt næringstilgang øker produksjonen av planteplankton, noe som medvirker til redusert siktedyp og dårligere lysforhold for de plantene som lever dypest. Med endring i temperatur og nedbør vil også lysforhold og vekstforhold endres.

### ***Bunnlevende primærprodusenter: Tare, tang og ålegras***

De bunnlevende primærprodusentene består av det som kalles bentiske makrofytter, det vil si makrovegetasjon eller store planter som lever nær kysten. På hardbunn vokser arter som tang og tare, mens vi på bløtbunn blant annet finner arter som ålegras. Det at de er store og vokser tett gjør at disse artene danner en form for undervannsskoger. I tillegg til å være primærprodusenter har de en viktig funksjon som habitat (leveområde) for andre organismer. De arealberegninger og kartlegginger som er foretatt så langt for Nordsjø-området viser at de artene som dekker det største arealet, er stortare og sukkertare. Ålegras har en viktig funksjon, særlig i Skagerrak. Det samme kan gjelde for flere arter rød-, grønn- og brunalger (som omfatter de vanligste tangartene) som utgjør makroalgevegetasjonen i tillegg til de to tareartene som er nevnt spesielt. Disse systemene regnes blant de mest produktive på kloden, med en årlig primærproduksjon som kan ligge på over ti ganger mer per arealenhet enn for planteplankton. Det er utviklet modeller for beregning av potensielt areal som disse ulike makrofyttene kan dekke, men modellene er under utvikling og testing og vil bli forbedret. Arealestimatene er derfor forbundet med usikkerhet.

**Sukkertare** er blitt estimert til potensielt å kunne dekke et areal på 2387 km<sup>2</sup> hvis bestanden ikke hadde blitt redusert (nedslamming, overgroing og økt temperatur er foreløpig antatte årsaker). Dersom ny tareskog etableres, vil det føre til en binding av CO<sub>2</sub>, men dette skjer kun når skogen etableres. Totalt vil sukkertare i planområdet kunne binde ca. 9 mill tonn CO<sub>2</sub>.

Sukkertare vokser langs hele norskekysten. Den er 1-3 m lang og skaper leveområder for dyr og alger på fjell, stein og skjell (fra ca. 1- 25 m) i beskyttede og moderat bølgeeksponerte områder.

En betydelig mengde av sukkertaren i forvaltningsplanområdet har forsvunnet (i 2004-2006 ble bestandsreduksjonen estimert til 90 % i Skagerrak og 40-50 % langs kysten av Nordsjøen) og i stor grad blitt erstattet av trådformede alger. Beskyttede områder har vært mest utsatt. Gjenvekst av sukkertare er blitt observert på Vestlandet. Inne i enkelte fjorder i Nordsjøen har også sukkertaren blitt beitet ned av kråkebolter, men omfanget av dette vet vi lite om.

**Stortare** er beregnet å dekke et bunnareal på 1360 km<sup>2</sup> langs kystene av planområdet. Årlig produksjon er beregnet til 13,6 mill tonn plantemateriale. Den stående biomassen binder opp ca. 5 mill tonn CO<sub>2</sub>.

Stortareskogen i planområdet er i god forfatning. Velutviklet tareskog i Norge er en tett skog bestående av voksne planter som er 1-2 m høye og med en tett undervegetasjon av yngre planter som utnytter ledig plass når de gamle dør. Død stortare akkumuleres i og utenfor skogen og er gjenstand for nedbrytning ved hjelp av åtseletere og bakterier og går inn i nye næringskjeder.

Stortaren skaper leveområder for dyr og mindre alger på hardbunn (fra ca. 1-25 m dyp) i bølgeeksponerte områder. Tareskogen blir mer småvokst og vokser i et mindre dybdeintervall når man beveger seg østover inn i Skagerrak. Tareskogene er viktige gyte-, oppvekst- og beiteområder for mange fiskearter. Også mange arter sjøfugl og sjøpattedyr utnytter disse tareskogene. Tare inneholder antibeitestoffer, og det er få arter som beiter direkte på tare. Derimot er mange organismer indirekte avhengig av karbon som kommer fra tare via nedbrytningsprodukter. Et stort antall og mange arter av dyr er knyttet til tares påvekstalger, f.eks. krepsdyr, snegler og skjell. På bunnen mellom tareplantene er det også et rikt dyre- og planteliv (f.eks. små krepsdyr, krabber og fisk).

**Tang** og andre bunnalger som lever i fjæra og litt dypere er beregnet å dekke et areal på 65 km<sup>2</sup> i planområdet. Årlig produksjon er beregnet til ca. 0,5 mill tonn plantemateriale. De har på mange måter den samme funksjon som tareartene nevnt over, men har mindre areal, størrelse og biomasse. De bidrar til å opprettholde et høyt mangfold, og det er mange spesialiserte organismer som er tilpasset et liv i tangsonen med tidvis uttørring og store variasjoner i saltholdighet og temperatur.

**Ålegras** er beregnet å dekke et areal på 56 km<sup>2</sup> og ha en årlig produksjon på ca. 0,1 tonn plantemateriale.

Ålegras er utbredt langs hele norskekysten (men opptre mer spredt i nord) og finnes på sand- og mudderbunn (0-10 m) i beskyttede områder. *Vanlig ålegras (Zostera marina)* regnes som den absolutt vanligste arten. Dvergålegras *Z. noltii* finnes lenger sør i Europa, men meget sjeldent i Nordsjøregionen.

Ålegras har på linje med tang og tare funksjon som leveområde for dyr og små påvekstalger. Ålegrasengene inneholder stor biodiversitet, er gyte- og leveområder for torskfisk og andre arter fisk, og beite- og leveområder for en del fuglearter. De tilhørende påvekstalgene er mat for dyr. Dyr som gresser på rasktvoksende påvekstalger holder ålegraset rent og bidrar til at det får nok lys og gode vekstvilkår. Bladene kan fornyes flere ganger i året og gjør det vanskeligere for fastsittende organismer å etablere seg.

Bunnsedimentet inne i en ålegraseng har ofte større tetthet av dyr enn sedimentene utenfor. Dette kan delvis forklares med at plantenes fysiske nærvær reduserer vannets bevegelse og således økes sedimentasjonsraten av partikler og detritus, noe som er mat for de dyrene som lever i sedimentet. Rotsystemet stabiliserer sedimentet, gir gode leveforhold og en viss beskyttelse mot predasjon. De vanligste dyregruppene i sedimentet er børstemark, krepsdyr, snegler og skjell.

Trusler mot ålegrasengene er utbygging, utfylling og mudring i strandsonen. For eksempel truer etablering av marinaer og brygger mange ålegrasenger, i og med at engene ofte ligger i områder som er attraktive for næringsvirksomhet og rekreasjon (f. eks. beskyttede buker). Denne virksomheten medfører også økt forurensning, økt fysisk forstyrrelse av bunnen (for eksempel ankring) og av og til redusert oksygennivå (på grunn av endret sirkulasjon). I løpet av de siste 10 årene er det beregnet at ca. 5 % av potensielle ålegras-områder er forsvunnet i Skagerrak og Nordsjøen.

### Dyreplankton

Neste trinn i næringskjeden er dyreplankton som for det meste er små dyr som lever fritt i vannmassene. Den aller viktigste funksjonen til disse dyregruppene er å overføre energien fra primærprodusentene oppover i næringskjeden. Det finnes to hovedtyper av dyreplankton, de som lever hele livet som plankton (kalles holoplankton) og de som lever deler av livet som plankton (meroplankton). Til de sistnevnte hører larver av bunndyr (mest larver av større krepsdyr og pigghuder) og fisk som finner næring i vannmassene samtidig som artene får spredd sitt avkom. Dette larvestadiet kan variere fra noen dager til opptil et par måneder for ulike arter. Dyreplankton har også en funksjon ved at de i perioder kan regulere tetthet av planteplankton og enkelte predatorformer som maneter kan regulere andre typer dyreplankton.

De viktigste dyreplanktongruppene som hoppekreps, krill og bunndyrlarver er planteetere. Imidlertid kan flere av disse være omnivore (lever av både planter og dyr). Det finnes også dyreplankton som er rene rovdyr, slik som fiskelarver og gele-plankton (maneter). En viktig dyreplanktonorganisme i Nordsjøen er hoppekrepsen raudåte (*Calanus finmarchicus*) som i vårsesongen kan utgjøre en stor andel av dyreplanktonet. Denne lever av planteplankton og regnes som viktig og energirik næring for fiskelarver og større pelagisk fisk. Dette er en art som har sin sørlige utbredelse i Nordsjøen. Ved temperaturøkninger – for eksempel som følge av klimaendringer - kan denne arten bli mindre dominerende i sørlige deler av utbredelsesområdet, mens den nær beslektede og mer sørlige *Calanus helgolandicus* trekker nordover og blir mer vanlig i det området der de overlapper. *C. finmarchicus* gyter om våren og *C. helgolandicus* om sommeren, og siden larver av raudåte er viktig føde for fiskelarver og andre som har tilpasset sin reproduksjon til raudåtelarver vil næringen komme til feil tid hvis *C. helgolandicus* overtar.

Mens det i kalde farvann er effektive næringskjeder fra planteplankton til hoppekreps og krill og opp til fisk, vil man for eksempel ved temperaturøkninger og eutrofiering kunne få større innslag av mindre dyreplankton og mer kompliserte næringskjeder som kan slå negativt ut for fisk og fiskerier. Blant annet er det mye som tyder på at geleplankton (ulike typer maneter) vil bli begünstiget og lettere kan konkurrere med fisk om næringen ved slike endringer. Det er

ikke klart påvist, men mye tyder på en økning av maneter i Nordsjøen, og vi har i tillegg til våre vanlige arter fått årlige opptredener av den introduserte arten amerikanske lobemanet.

### **Bløtbunnsfauna**

Bunndyrene i Nordsjøen har på samme måte som dyreplankton en viktig funksjon i å overføre energi fra lavere trofiske nivåer til høyere nivåer i næringskjeden, blant annet til fisk. De har også andre viktige funksjoner i økosystemet ved å holde bunnsedimentene friske og ved resirkulering av næring. Alle disse funksjonene er særdeles viktige for økosystemet. Nesten alle bunnområder ute i Skagerrak og Nordsjøen består av bløtbunn, og bløtbunnsfaunaen er derfor av stor betydning. De grunne bløtbunnsområdene på kontinentalsokkelen er rike og viktige i den biogeokjemiske syklus, særlig for omsetning av karbon og næringssalter.

Bløtbunnsområdene i Nordsjøen finnes på ulike havdyp, og dette har i grove trekk betydning for sedimenttype. I sør er det grunne områder med mye grov sand og grus, mens sedimentene blir gradvis finere når havdybden øker nordover. Det generelle bildet er at det dypere enn 50 meter finnes mer fin sand blandet med mudder, og dypere enn 100 meter består sedimentene mest av mudder. Lokalt kan dette variere blant annet grunnet strømforhold. Både sediment og strømforhold bestemmer sammensetningen av arter, og faunaen forandres fra sør til nord. Faunaen består mest av mark, krepsdyr, muslinger og pigghuder, og blant disse er det utviklet ulike måter å ernære seg på. Alle er avhengig av det som produseres i den lyse sonen, men det som synker ned eller transporteres ned av svømmende dyr, kan omsettes på ulike måter. Noen dyr filtrerer vannet for partikler, andre kan bevege seg på bunnen og utnytte dødt plante- og dyremateriale, mens atter andre lever nede i sedimentet og kan fordøye organisk materiale eller bakteriesamfunn.

Mye av det som blir produsert under våroppblomstringen, blir ikke tatt hånd om av dyreplankton og synker ned til bunnen. De ulike bunndyrene utnytter dette, og når de i sin tur blir spist av fisk, har de en funksjon som sekundærprodusenter ved at alt som produseres og ikke blir omsatt i de øvre vannlag da blir overført videre oppover i næringskjeden til fisk. Bunndyrenes funksjon er viktig også for de produserende tjenestene. Når mye organisk materiale synker ned, kan det raskt gå i forråtnelse og skape dårlige bunn- og sedimentforhold. Tette forekomster av bunndyr forhindrer en slik utvikling, og mange av de store formene graver og rører om og pumper friskt vann dypt ned i sedimentene og sørger for at sedimentene holder seg friske og oksygenerte. Når dyrene omsetter det organiske materiale (planter og dyr) som synker/transporteres ned fra overflatelagene, utskilles næringsstoffene som er bundet i dette materialet. Vannmassene ved bunnen blir dermed rike på næring, og dette kommer til nytte for ny primærproduksjon dersom disse vannmassene blir bragt opp til overflaten. Siden Nordsjøen i hovedsak er et grunt havområde, blir det mye omrøring og stor utskifting mellom overflate og bunn, og dette er en av grunnene til at Nordsjøen er så produktiv.

Både forurensninger og fysiske aktiviteter som fiske og petroleumsaktivitet er med på å endre bunnforholdene (forringe habitatet) som igjen medfører redusert mangfold, at kompleksiteten til økosystemene reduseres, og derved at økosystemtjenestene forringes. Den mest omfattende og varige fysiske forstyrrelsen av selve sedimentet og dyrene som lever der utgjøres av tråling, særlig bunntrål.

### **Hardbunnsfauna**

Hardbunnsfaunaen består av dyr som lever festet til hardt underlag eller beveger seg på underlag av fjell og stein. Fjell og steinbunn er vanlig på grunt vann langs hele kysten av Skagerrak og Nordsjøen, mens den såkalte hardbunnsfaunaen utgjør en liten del av

biomassen i forvaltningsplanområdet. På grunt vann er denne faunaen i stor grad knyttet til tang- og tareforekomstene. De artene som lever her, har imidlertid en viktig funksjon i forskning og overvåking av miljøtilstand, særlig fordi de er stasjonære og integrerer miljøpåvirkninger over tid. Hardbunnsfaunaen gir et viktig bidrag til vedlikehold av biodiversitet.

En viktig og vanlig organisme er blåskjell som også kan kultiveres, og er en ressurs. Blåskjell har en funksjon ved at det filtrerer partikler fra vannmasser, samtidig som det er et viktig byttedyr for krabber, fisk og sjøfugl. Ved siden av blåskjell er rur, snegler og sjøstjerner vanlige på grunt vann, mens en rekke dyregrupper representert ved hydroider, mosdyr, sekkedyr, krepsdyr, mark, snegl, muslinger og pigghuder er vanlig fra under fjæra og ned til større dyp. Krabbe, hummer og noen få fiskearter er ressurser som er knyttet til disse bunntypene.

Dyphavskoraller er også knyttet til hardbunn. Korallrev er foreløpig kartlagt kun som små forekomster i Nordsjøen, men verdens største, kjente innaskjærs korallrev befinner seg øst i Skagerrak (jf. tabell 4.1.). Slike dype hardbunner med god strøm er sjeldne, og man kan finne mange spesielle arter der, bl.a. flere arter svamper.

### **Fauna knyttet til tang, tare og ålegras**

Det er en egen fauna som er knyttet til tang, tare og ålegras. Dette kan være noen av de samme arter og dyregrupper som er knyttet til hardbunnsfaunaen, men er som oftest dyr som er mobile slik at de kan skifte leveområde når plantene vokser eller blir revet av. De vanligste dyregruppene er små krepsdyr og snegl, men de fleste marine dyregrupper er representert. Disse dyrene opptrer i store tettheter og i stort artsmangfold, og utgjør viktig næring særlig for fisk som holder til i tareskog og ålegrasenger. Disse systemene har høy produksjon. Da det finnes mange utforminger av bunnlevende alger, finnes det også spesialiserte dyr som bare lever i sin type alge eller sjøgress. For å opprettholde et stort mangfold av dyr er det derfor viktig å bevare et stort mangfold av planter.

### **Reker og andre større krepsdyr**

Den kommersielle reken *Pandalus borealis* kalles dypvannsreke og lever vanligvis dypere enn 100 m. Den er en kaldtvannsart og har sin sørlige utbredelse i Skagerrak/Nordsjøen. Rekene i Skagerrak/Nordsjøen blir 5-6 år gamle. De starter livet som hann og skifter kjønn etter første eller andre gangs gyting. Larvene lever som plankton i ca. 3 måneder, og da lever de av andre planktonorganismer. Etter larvestadiet går de mot bunnen, og de lever sitt voksne liv på dype bløtbunnsområder, men har nattlige vandringer fra bunnen og litt opp i vannmassene der de kan ernære seg av dyreplankton. Forøvrig består føden av mindre bunndyr og dødt plante- og dyremateriale på bunnen. Rekene er derfor avhengig av det som synker ned av næring fra plankton-økosystemet eller fra tareskogene.

Reker er et viktig byttedyr for flere bunnfisk, blant annet torsk, i tillegg til å være en viktig kommersiell art.

Andre viktige forekomster av store krepsdyr i området er sjøkreps, krabbe (taskekrabbe) og hummer. Sjøkreps lever på dypt vann over hele planområdet og graver huler ned i bløtbunn. Den lever av mindre bunndyr og har en funksjon ved å røre om i bunnsedimentene. Krabbe og hummer er vanlige på relativt grunn hardbunn langs hele kysten av Skagerrak og Nordsjøen,

og de lever av alle slags bunndyr. Det er et ganske stort fritidsfiske etter krabbe og hummer. Mens bestanden av krabbe regnes for god, er hummerbestanden på et lavt nivå.

## **Fisk**

De store og kommersielt viktige fiskebestandene utgjør de produserende økosystemtjenester (noe vi kommer tilbake til i kapittel 4.4), men et stort mangfold av fiskearter er viktige komponenter i økosystemet Nordsjøen og Skagerrak. Fiskeartene deles gjerne i pelagiske (de som lever i de frie vannmasser) og bunnfisk. De pelagiske er ofte stimfisk som lever av plankton som hoppekreps og krill, mens bunnfiskene lever av bunndyr, reker og andre fisk. Store fisk lever ofte av mindre fisk og får da en plassering høyt oppe i næringskjeden. De store fiskebestandene kan påvirke byttedyrbestandene ved kraftig beiting, og man regner med at torsk og andre bunnfisk spiser mer reke enn det som fanges av fiskeflåten.

De pelagiske fiskene har vertikale døgnvandring i takt med mange planktonorganismer. I tillegg til å være viktige for fiskerier er mange pelagiske fiskebestander viktige som næring for større fisk, sjøfugl og sjøpattedyr. De forvaltes både med hensyn til fiskerier og for å opprettholde sin viktige rolle i økosystemet.

I tillegg til de viktige fiskeslagene som pelagisk stimfisk (som sildefisk og makrell) og bunnfisk (som torskefisk og flyndre), finnes det et stort antall arter knyttet til bunn, dyphav og kyst- og strandsonen. Flere av de store fiskebestandene benytter kystnære farvann som gyte-, nærings- eller oppvekstområde, og tareskoger og ålegrasenger regnes som viktige for oppvekst av torsk, sei og lyr. I strandsonen og på grunt vann er det om sommeren store tettheter av flere arter av stasjonære fisk som leppefisk og kutlinger. En art som tangkutling som ikke blir mer enn maksimum 10 cm, regnes for vår mest tallrike fisk i sommerhalvåret og sees i tette forekomster langs hele strandlinjen av Skagerrak og Nordsjøen og hvor den er viktig for overføring av energi fra tang- og tare-regionen og opp til større fisk. Mildere klima fører til at flere arter som tidligere hadde mer sørlig utbredelse nå kommer inn og blir en del av fiskefaunaen i Nordsjøen, og det er beskrevet at mangfoldet av fisk har økt betydelig de siste årene særlig i sørlige deler av Nordsjøen.

Sild og brisling er viktige pelagiske fisk i økosystemet i Nordsjøen der de befinner seg hele året. Makrell og hestemakrell er i hovedsak pelagiske arter som har sesongmessige vandring inn i Nordsjøen. De dominerende bunnfiskene i forvaltningsområdet er torskefiskene torsk, hyse, hvitting og sei, og flyndrefisk der rødspette er mest vanlig. Tobis, sild og øyepål er viktige både som kommersielle fiskeressurser og som byttedyr for større fisk. Disse viktige artene har ulike roller i Nordsjøen (og tilbyr dermed ulike støttende tjenester) og de beskrives kort i det følgende.

Nordsjøild er en pelagisk stimfisk som lever hele sitt liv i Nordsjøen og/eller Skagerrak. Silda har en viktig plass i økosystemet ved at den spiser dyreplankton, og at den er viktig føde for torskefisk og sjøfugl. Bestanden av denne arten har variert, som de fleste andre fiskearter i Nordsjøen.

Brisling er en liten pelagisk stimfisk som finnes i sørlige og sentrale deler av Nordsjøen, i Skagerrak og langs kyst og fjordstrøk på Vestlandet. Den lever av små dyreplankton og er selv et ettertraktet byttedyr for større fisk, sjøfugl og sjøpattedyr.

Makrellen er en hurtigsvømmende pelagisk stimfisk som er varmekjær og har flere bestander og omfattende vandringsmønstre. Mye av makrellen vandrer inn i Nordsjøen fra sør og vest og vandrer nord til Norskehavet etter gyting på forsommeren. Nordsjømakrellen har vært

kraftig overfisket. Makrellen spiser plankton og fiskelarver og er selv føde for stor fisk og sjøpattedyr.

Hestmakrell (taggmakrell) er som makrell pelagisk og vandrer over store avstander. Den har en sørlig utbredelse, men med en bestand som gyter i Nordsjøen og en bestand som vandrer inn i Nordsjøen på sensommeren. Den lever for det meste av plankton og fiskeyngel, men vandrer ned på dypet om vinteren og kan da spise bunndyr.

Sei er en torskefisk som både finnes pelagisk og ved bunnen. Den er utbredt i hele planområdet og ellers overalt i norske og nordatlantiske farvann. De første årene lever seien nært land og er særlig vanlig i eller over tareskogene på Vestlandet. Senere vandrer den ut på dypere vann og blandes med sei fra andre deler av Nordatlanten. Seien lever av plankton og annen fisk. Den er byttedyr for en del sjøfugl når den som ung lever nær kysten.

Torsk er en bunnfisk som lever fra strandsonen og ned på store dyp og som også kan hente næring oppe i de frie vannmasser. Torsken er utbredt i hele Nordatlanten, og i Nordsjøen/Skagerrak finnes det en rekke lokale bestander som gyter både ute i Nordsjøen (Nordsjøtorsk) og lokalt mange steder langs kysten av Skagerrak og Vestlandet. Torsken anses som en generalist/alteter som lever av bunndyr, blant annet reker og andre krepsdyr som ung og mer av fisk, inkludert sine yngre artsfrender, når den blir eldre. Torskebestanden i Nordsjøen og langs norskekysten har vært i nedgang.

Hyse er en torskefisk og en bunnfisk som lik torsken regnes for å være stasjonær. Den er utbredt over hele Nordsjøen, men har de senere år vært mest vanlig i midtre og nordlige deler. Hysa lever av mange typer bunndyr, men kan også leve av små fisk som tobis. Unge individer kan være næring for større fisk som torsk.

Hvitting er også en torskefisk som normalt lever ved bunnen, men som kan vandre opp i vannmassene. Den fins over hele Nordsjøen og regnes for å være stasjonær. Den lever for det meste av små fisk.

Øyepål er en liten torskefisk som lever på relativt dypt vann over bunnen. Den finnes over hele planområdet og regnes for å være stasjonær. Den lever av plankton og er selv en viktig næringsorganisme for større torskefisk, og således en viktig art for transport av næring/energi fra plankton til fisk.

Tobis er en liten langstrakt fisk som ligger nedgravd i sandbunn mye av året, men som om våren og forsommeren går opp i vannmassene om dagen for å spise plankton. Tobis er fellesnavn på fem arter sil, men i Nordsjøen er det havsil som er den vanligste og kommersielt viktige. Havsil beiter på plankton og er selv et viktig byttedyr for mange arter fisk, sjøfugl og sjøpattedyr. Siden den er tallrik og har høyt næringsinnhold har den en sentral rolle i økosystemet som bindeledd mellom plankton og større fisk og som føde for sjøfugl.

Rødspette er den vanligste av flere flyndrearter som finnes i Nordsjøen. Den finnes i hele planområdet. Rødspette lever på bunnen og ernærer seg av bunndyr. Tråling etter rødspette kan påvirke bunndyrene vel så mye som beitingen fra rødspetta.



## Sjøfugl og sjøpattedyr

Sjøfugl og sjøpattedyr er ikke like tallrike i Skagerrak/Nordsjøen som lenger nord. Deres rolle er som topp-predator, men deres totale påvirkning på økosystemtjenestene i Nordsjøen er lite kjent.

Det er beregnet at kun rundt 5 % av norske sjøfugler hekker i Nordsjøen. Utenfor hekkeperioden er Nordsjøen imidlertid viktig som beiteområde for en rekke sjøfugl, og selv om området mangler de store fuglekoloniene så regnes både Nordsjøen og Skagerrak som viktig for flere bestander. Måker, terner og ærfugl er viktige i Skagerrak. For øvrig finnes en rekke arter av sjøfugl knyttet til åpne havområder mens andre er mer knyttet til kystnære strøk. Det finnes sjøfugl som beiter på overflaten, noen dykker etter fisk og noen dykkender går etter bunndyr. Enkelte steder ansees mellomskarv som en betydelig predator på små torsk, og denne bestanden er i vekst i Skagerrak. Sjøfugl bringer næring fra havet og opp på land og bidrar til en rik vegetasjon rundt hekkekoloniene.

Av hvalartene er nise den mest tallrike i forvaltningsplanområdet. Vågehval vandrer jevnlig og kan være vanlig i Nordsjøen, men helst i nord og vest. Det observeres også andre hvalarter i Nordsjøen, både tannhval og sporadisk større bardehval. Av selartene er steinkobbe den mest tallrike, men også denne forekommer kun i relativt små bestander i Skagerrak og Nordsjøen. Havert observeres også i Nordsjøen, men bare en koloni er registrert. Det finnes større kolonier av kystsel nord i Storbritannia, og det er individer fra denne bestanden som kan trekke over i norsk sone. Sjøpattedyrene som finnes i planområdet lever stort sett av fisk.

## Introduserte arter

Totalt for Norge er det registrert 44 fremmede marine arter ifølge Norsk svartliste. Av disse er 28 arter vurdert å utgjøre høy risiko på stedegent biologisk mangfold og dermed kunne påvirke økosystemtjenestene. Tettheten av de fleste fremmede arter i havområdet er fortsatt lav, men med klimaendringer er det mulig at etableringsprosessen kan gå hurtigere i perioder med utpreget temperaturøkning og at det i tillegg kan komme flere arter som ekspanderer sitt utbredelsesområde nordover.

Som et eksempel på en fremmed marin art, og hvordan en fremmed art kan påvirke økosystemet, kan vi se på Stillehavssøstersen (*Crassostrea gigas*) som ble introdusert til Europa på 1960-tallet for å erstatte utdøende flatøsters-populasjoner i oppdrettsanlegg. Østersen viste seg å være svært tilpasningsdyktig og formerte seg fritt utenfor østersanleggene i mange områder og etablerte ville populasjoner. I Nederland, Tyskland og i det danske Vadehavet er det oppstått mange tette bestander med revstrukturer som markant forandret miljøet, men i Norge er det fortsatt generelt lave tettheter der den er funnet (fra Østfold til Hordaland). Østersen forekommer helt oppe i fjærebeltet da den tåler tørrlegging og har sin største utbredelse på 0,5 til 1 m dyp, men finnes ned til ca. 3 m dyp. Den setter seg fast på alle former for hardt substrat og liker seg godt i blåskjellbanker på beskyttede lokaliteter med god vanngjennomstrømning.

Man har foreløpig ikke kartlagt utbredelsen av Stillehavssøsters, og mulige effekter i norske farvann er derfor ikke klarlagt. Østersen har en god filtreringskapasitet og har store effekter på det fysiske miljøet gjennom at den kan bygge revstrukturer som forandrer bunnssubstratet fra bløt til hard bunn.

Stillehavssøsters er registrert på Norsk svarteliste 2007 som en høyrisiko-art. Det argumenteres med negativ effekt på naturlige habitater eller økosystem (Ra), negativ effekt på stedegne arter (Rb), negativ effekt på genetisk mangfold (Rc) og at arten er vektor for

sykdom/parasitter (Rd). Slik sett er man bekymret for at den kan utgjøre en trussel mot våre verdifulle bestander av sykdomsfri europeisk flatøsters.

Det kan også skape problemer for friluftslivet når de skarpkantete stillehavsøstersene etablerer seg som begroing på marine konstruksjoner og båter. Stillehavsøstersen kan imidlertid også ses som en ressurs som kan spises.

Virkningen av Stillehavsøsters for økosystemtjenestene kan være både positive og negative. I likhet med andre østershabitater gir stillehavsøstersen matressurser, habitatkompleksitet som tilknytter seg invertebrater og fisk, bentisk pelagisk kopling (transporterer materiale og energi mellom bunnen og vannmassene, og kan motvirke effekter av eutrofiering), og reduserer erosjon i strandsonen.

### **Særlig verdifulle områder**

I forbindelse med forvaltningsplanarbeidet for Nordsjøen, er det identifisert visse områder som er særlig verdifulle. En oversikt over disse og hvorfor de anses som særlig verdifulle er vist i tabellen nedenfor. Vi ser at de særlig verdifulle områdene representerer ulike verdier, men at biologisk mangfold og biologisk produksjon er viktige utvalgsriterier. For videre beskrivelse og vurdering av særlig verdifulle og sårbare områder, vises det til Postmyr og Ottersen (2011).

**Tabell 4.1: Særlig verdifulle områder, med kriterier for prioritering av hvert enkelt område.**  
(Kilde: Postmyr og Ottersen 2011)

	Område	Verdi(er)	Utvalgskriterium (særlig viktig)	Utvalgskriterium (supplerende)
1	Bremanger - Ytre Sula	Hekke-, beite-, myte-, trekk-, overvintr.område for sjøfugl. Kasteområde for kobbe.	Viktighet for biologisk mangfold. Kobling mellom marint og terrestrisk miljø.	Vernede områder. Livshistorisk viktig område.
2	Korsfjorden	Representativt område for Skagerrak, mangfold av naturtyper, landskap, kulturhistorie, geologi, fugleliv.	Viktighet for biologisk mangfold. Viktighet for representasjon av alle biogeografiske soner, naturtyper, habitater, arter og kulturminner.	Foreslått vernet i marin verneplan. Pedagogisk verdi
3	Karmøyfeltet	Gyteområde for norsk vårgytende sild (NVG), egg og larver. Beiteområde.	Viktighet for biologisk produksjon. Leveområder for spesielle arter/bestander.	Retensjonsområde. Livshistorisk viktig område.
4	Boknafjorden/ Jærstrendene	Hekke-, beite-, myte-, trekk- og overvintringsområde for sjøfugl. Kasteområde for kobbe.	Viktighet for biologisk mangfold. Kobling mellom marint og terrestrisk miljø. Viktighet for representasjon av alle biogeografiske soner, naturtyper, habitater og arter	Vernede områder. Livshistorisk viktig område.
5	Listastrendene	Trekk-, overvintringsområde for sjøfugl, og med beiteområde innenfor Siragrunnen.	Viktighet for biologisk mangfold. Kobling mellom marint og terrestrisk miljø.	Vernede områder. Livshistorisk viktig område.
6	Siragrunnen	Gyteområde for norsk vårgytende sild (NVG), egg og larver. Beiteområde.	Viktighet for biologisk produksjon. Leveområder for spesielle arter/bestander.	Retensjonsområde. Livshistorisk viktig område.
7	Transekt Skagerrak	Representativt område for Skagerrak, mangfold av naturtyper, landskap, kulturhistorie, geologi, fugleliv.	Viktighet for biologisk mangfold. Viktighet for representasjon av alle biogeografiske soner, naturtyper, habitater og arter	Vernede områder. Foreslått vernet i marin verneplan. Spesielle oseanografiske eller topografiske forhold.
8	Ytre Oslofjord	Hekke-, trekk-, og overvintringsområde for sjøfugl. Verdens største kjente innaskjærs korallrev.	Viktighet for biologisk mangfold. Kobling mellom marint og terrestrisk miljø. Spesielle oseanografiske eller topografiske forhold.	Vernede områder. Internasjonal og/eller nasjonal verdi.
9	Skagerrak	Myte- og overvintringsområde for sjøfugl.	Leveområder for spesielle arter/bestander. Særlig for Lomvi, som er en kritisk truet art	Livshistorisk viktig område.
10	Vikingbanken (nordlige tobisfelt)	Gyte- og leveområde for tobis	Viktighet for biologisk produksjon. Økonomisk betydning	Livshistorisk viktig område
11	Tobisfelt (sør)	Gyte- og leveområde for tobis	Viktighet for biologisk produksjon. Økonomisk betydning	Livshistorisk viktig område
12	Makrellfelt	Gyteområde for makrell	Viktighet for biologisk produksjon. Økonomisk betydning	Livshistorisk viktig område

#### 4.2.2.3 Type verdier og eksempler på økonomisk verdsetting

De støttende funksjonene er kanskje de viktigste av alle funksjoner og tjenester i havet. De utgjør selve grunnlaget for at det er mulig å høste de kontinuerlige strømmene av fisk, rekreasjon osv., som vi vanligvis forbinder med tjenester fra havet. Slik sett kan disse

tjenestene vurderes og verdsettes indirekte gjennom å se på hva som blir endring i verdi av produserende eller kulturelle tjenester dersom de grunnleggende, støttende tjenester av en eller annen grunn forstyrres. Slike vurderinger kan illustreres ved hjelp av det som ofte kalles ”produksjonsfunksjonsmetoden”. De verdiene som fremkommer ved denne metoden er først og fremst verdien av de støttende tjenestene i kraft av at de er grunnlag for andre tjenester (spesielt de kulturelle og produserende).

Det å opprettholde de grunnleggende biostrukturer, dvs. de støttende tjenestene, kan imidlertid også sies å ha en verdi i seg selv. Verdsetting av slike tjenester vil kunne inngå i ikke-bruksverdi-delen av folks betalingsvillighet i betinget verdsettingsstudier for en forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak (i den grad de har informasjon om og klare preferanser for disse tjenestene). Folk vil lettere uttrykke preferanser for det kjente enn for det som er ukjent og lite synlig, og de har begrenset kunnskap om de støttende økosystemtjenester. Resultater fra oppgitte preferansestudier av en verne-/forvaltningsplan vil sannsynligvis gi et underestimat av samfunnsøkonomisk verdi av å unngå forringelse av støttende økosystemtjenester.

Det er altså to hovedangrepsmåter for å si noe om verdien i økonomiske termer. Den ene er å beregne kostnader forbundet med at støttende tjenester forsvinner i form av tapt produksjon for eksempel av kommersielle fiskearter eller kostnader ved å erstatte de støttende funksjonene – hvis det er mulig. Den andre tilnærmingen er å benytte betinget verdsettingsmetoden og spørre om folks betalingsvillighet for å bevare slike grunnleggende økosystemfunksjoner.

I Nordsjøen er hittil ingen av disse tilnærmingene benyttet. Det er gjort noen grove anslag for økonomisk verdi av tap av tareskog langs hele norskekysten ved å benytte en forenklet produksjonsfunksjonstilnærming. Produksjonsfunksjonsmetoden kan brukes som illustrasjon når det er kjent hvordan økosystemtjenester bidrar til produksjon av markedsgoder. For eksempel er noen fiskearter svært avhengig av tilgjengeligheten av egnede habitater som oppvekstområde for yngel. Hvis det skjer en endring i kvalitet eller kvantitet av disse habitatene, kan dette påvirke fiskebestanden, noe som igjen kan redusere fangsten (eller produksjonen) i kommersielt fiske. Hvis det foreligger informasjon om disse sammenhengene, er det mulig å sette en verdi på habitatendringen. Slike verddivurderinger og beregninger begrenses imidlertid ofte av manglende kunnskap om produksjons-sammenhengene i havet.

Det er ikke gjennomført betinget verdsettingsundersøkelser knyttet til bevaring av de støttende tjenestene i Nordsjøen og Skagerrak spesifikt. Det finnes imidlertid studier i Norge knyttet til ikke-bruksverdier av bedre vannkvalitet som følge av redusert eutrofiering, av å unngå miljøgiftproblemer og av redusert risiko for påvirkning av oljeutslipp ved økt oljevernberedskap. Alle slike studier som innhenter betalingsvillighet for ikke-bruksverdier vil sannsynligvis i større eller mindre grad inneholde deler av betalingsvillighet for de grunnleggende, støttende økosystemtjenester, men vi vet ikke hvor mye. Vi vil omtale disse studiene av ikke-bruksverdier under 4.3 (regulerende tjenester) og 4.5 (kulturelle tjenester).

I Sverige har man beregnet verdien av å opprettholde en spesiell type habitat, som kan gjenskapes kunstig. Naturvårdsverket (2009) skriver at over 60 % av sjøgressengene, som er viktige oppvekstområder for mange fiskearter på den svenske vestkysten, har blitt ødelagt på grunn av overgjødning og fysisk påvirkning som for eksempel vei- og havnebygging. Fremmede algearter, som ikke gir samme beskyttelse for fisk, kan etablere seg, noe som

vanskeliggjør gjenetablering av sjøgress. Å gjenskape sjøgressenger på kunstig vis er beregnet å koste 50 000 euro (i størrelsesorden 400 000 kroner) per hektar (Naturvårdsverket 2009).

Naturvårdsverket (2009) refererer også eksempler på økonomiske betraktninger knyttet til spredning av fremmede arter. De refererer blant annet at da ansjosbestanden kollapset i Svartehavet på 1990-tallet, pga. den introduserte arten kammanet, ble det økonomiske tapet beregnet til ca. 240 millioner euro (Naturvårdsverket 2009). Naturvårdsverket (2009) referer også at det å jobbe med forebyggende tiltak for en art som innen kort tid fryktes å kunne komme inn i landet kan koste mellom 0,1-0,2 millioner euro per art og år mens det å vente til arten allerede har etablert seg betyr en mye høyere kostnad. Kontroll og utrydningsinnsats kan koste mellom 1,5-7 millioner euro per art og år.

En oppsummering av tjenester, typer verdier og mulige økonomiske verdsettingsmetoder for støttende økosystemtjenester er vist i tabell 4.2.

*Tabell 4.2: Støttende økosystemtjenester: Forenklet oversikt over økosystemtjenester, type verdier de representerer, aktuelle økonomiske verdsettingsmetoder og forekomst av eksempler på bruk for marine områder. Tabellen er ikke uttømmende mht. type verdi og verdsettingsmetoder, men peker på viktige/"typiske" verdier/metoder*

Tjeneste	Type verdi	Aktuelle økonomiske verdsettingsmetoder	Eksempler/kommentarer
<b>Støttende tjenester</b>			
Vedlikehold av biogeokjemiske sykluser	Ikke-bruksverdi; grunnlag for andre tjenester	Oppgitte preferanser (Kan synliggjøre grunnlag for andre tjenester ved PFM*). Erstatningskostnader og kostnader til forebygging kan gi en indikasjon.	Ingen økonomisk verdsetting foreligger for forvaltningsplanområdet; For kystområdet fra svenskegrensen til Lindesnes: - Ikke-bruksverdier av forbedret vannkvalitet som del av totalverdi; For Norge generelt: Verdsatt det å unngå skader på marine og kyst-økosystemer av oljesøl.
Primærproduksjon,			
Vedlikehold av næringsnettdynamikk,			
Vedlikehold av biodiversitet			
Vedlikehold av habitater/leveområder			
Vedlikehold av resiliens			

\* PFM = produksjonsfunksjonsmetoden (jf. kapittel 4.2.2.3) (PFM dekker kun bruksverdi; ikke ikke-bruksverdi)

### 4.3 Regulerende økosystemtjenester

De regulerende økosystemtjenestene omfatter følgende tjenester:

- Klimatisk og atmosfærisk regulering
- Reduksjon av eutrofiering
- Regulering av skadelige stoffer
- Biologisk regulering
- Tilbakeholdelse av sedimenter (sedimentretensjon)

Disse tjenestene beskrives i det følgende. Viktig bakgrunns litteratur for de naturfaglige beskrivelsene er Beaugrand et al. 2001, 2010, Berge & Hylland 2011, Eriksson et al. 2009, Gundersen et al. 2010, Havforskningsrapporten 2011, Hiddink & Hofstede 2008, Jackson

2008, Lindley & Batten 2002, Magnussen et al. 2010b, Moksnes et al. 2008, Moy et al. 2007, Ottersen et al. 2010, Steinacher et al. 2009.

#### **4.3.1 Klimatisk og atmosfærisk regulering**

Havmiljøet og de organismene som lever i havet, er involvert i en rekke fysiske, kjemiske og biologiske prosesser som regulerer temperatur, vind, nedbør, oksygen, karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ) og andre gasser. Havtemperaturen er med på å regulere klimatiske forhold som temperatur, nedbør og tåke både på sjø og på land. Biologiske prosesser som fotosyntese bidrar til å øke oksygentilførselen som alle dyr er avhengig av. I den senere tid har klimaendringer ført til økende temperatur og økt innhold av  $\text{CO}_2$  i atmosfæren, og havet bidrar til å regulere disse klimaendringseffektene. Overskudd av temperatur og  $\text{CO}_2$  kan tas opp i havet, fordeles på et stort vannvolum og transporteres ned på dypere vann. Imidlertid kan både økning i temperatur og økning i  $\text{CO}_2$  bli så stor at det skaper problemer. I dag er vi kommet i en situasjon der havet har absorbert så mye varme at gjennomsnittstemperaturen både i overflaten og på litt dypere vann har hatt en slik økning at det skaper merkbare effekter. Når det gjelder  $\text{CO}_2$ -opptak i havvann er dette økende, men de antatte problemene for Nordsjøen ligger enda noen tiår fram i tid.

Nordsjøen og Skagerrak er utsatt for en rekke menneskeskapte påvirkninger, men klimaendringer og særlig temperaturøkningen i havvannet vurderes nå blant de alvorligste av disse. De nordlige og kalde vannmassene er karakterisert ved relativt lavt mangfold av plankton og fisk, og disse har tilpasset seg en sesongmessig syklus som ofte er initiert av lysforhold. Prosessene, som er samstemt med lys og temperatur, har utviklet seg gjennom tusener av år, og det øker sannsynligheten for at avkommet kommer til riktig tid til å møte et rikt matfat. Når lysforholdene er de samme, mens temperaturen endres og det kommer til nye arter som gyter til andre tider, kan dette medføre at avkom og næring ikke klaffer i tid (mismatch). Det er også beskrevet at nye arter som kommer inn, kan bidra til å danne mer kompliserte næringskjeder. Nye arter kan ha andre størrelser enn de som var der fra før, noe som f. eks. kan favorisere maneter fremfor fisk i konkurransen om næring. Til sammen kan dette bidra til reduserte forekomster av de vanlige planktonorganismene, og dermed redusert mattilbud for fiskelarver og fiskeyngel. Selv om alle disse sammenhengene ikke er like godt dokumentert, er det tegn som tyder på at temperaturøkninger allerede har negativ innflytelse på våre fiskebestander.

Den økende mengden  $\text{CO}_2$  i atmosfæren vil føre til at mer  $\text{CO}_2$  blir løst i havvannet. Hvor mye som løses avhenger av temperatur, men også av andre prosesser.  $\text{CO}_2$  som løses i vann, bindes av planteplankton og bunnalger som tang, tare og ålegras, og er byggestein for biomassen som inngår i næringskjedene. Når dette materialet blir omsatt i næringskjeden (respirasjon), vil karbonet omdannes til  $\text{CO}_2$ , gå tilbake til vannmassene og eventuelt utveksles med atmosfæren. Mye av det produserte plante- og dyrematerialet vil synke eller transporteres nedover på dypere vann, og det skjer da en transport av karbon ( $\text{CO}_2$ ) nedover i dypet. Det er antatt at det meste av dette vil inngå i ulike næringskjeder på dypet, og i Nordsjøen med stor biologisk aktivitet, store grunne havområder med god omrøring av vannmassene vil dette sannsynligvis ikke bli lagret i dypet. Imidlertid vil en liten fraksjon kunne bli lagret permanent i bunnsedimentene på dypet. Det er knyttet stor usikkerhet til hvor store mengder det dreier seg om, men det at havet er et karbonsluk med en viss transport av karbon/ $\text{CO}_2$  fra overflaten og nedover på dypet, kan være en regulerende tjeneste i de dypeste områdene og der vannmassene blir transportert ut av Nordsjøen.

Når CO<sub>2</sub>-innholdet i atmosfæren øker, vil det føre til en økning av CO<sub>2</sub>-opptaket i vannmassene. Dette kan i første omgang være positivt fordi det omdannes til karbonsyre og karbonat som er viktig for alle som bygger kalkskall. Når disse dør, vil det også bidra til å transportere karbon ned i dypet. Imidlertid vil økende mengde CO<sub>2</sub> i havvann føre til at mer CO<sub>2</sub> reagerer med vann og danner karbonsyre som fører til en forsuring. Marin forsuring kan allerede påvises, og det ventes å akselerere i fremtiden hvis ikke utslippene av klimagasser reduseres. Den forsuringen som er ventet, kan forårsake betydelige skader på en rekke organismer, særlig på dem som danner kalkskall. Dette vil da redusere verdien av de støttende tjenestene og virke negativt for de produserende, samt for den ovenfor omtalte transporten og lagringen av karbon ned i dypet.

Klimaendringer fører også til endrede vind- og nedbørforhold, og slike endringer kan redusere mulighetene for bruk og utnyttelse av produserende og kulturelle økosystemtjenester.

Verdien av havets evne til å ta opp CO<sub>2</sub> og produsere oksygen kan beregnes som samfunnsøkonomiske kostnader av alternative tiltak som reduserer utslippene eller tar opp like store mengder CO<sub>2</sub> og produserer like mye oksygen som endringen i denne tjenesten. Dette kan kostnadsberegnes hvis vi finner hvor mange tonn CO<sub>2</sub> som bindes, eller endringen i CO<sub>2</sub> som bindes dersom vannet for eksempel blir varmere. For å finne den samfunnsøkonomiske prisen på hvert tonn CO<sub>2</sub> som bindes (eventuelt før og etter endring) kan man tenke seg å ta utgangspunkt i kvotepriser for CO<sub>2</sub>. Man må da være oppmerksom på langsiktigheten i denne karbontankfunksjonen, slik at man benytter CO<sub>2</sub>-priser som er "riktige" i et slikt langsiktig perspektiv.

Det er gjort slike beregninger for eksempel knyttet til total mengde CO<sub>2</sub> som bindes i havet ved primærproduksjon, knyttet til fluksen av CO<sub>2</sub> fra atmosfære til vann, eller knyttet til det som lagres i sedimentene. Denne typen "renovasjonskapasitet" er imidlertid bare positiv til et visst punkt, og man skal derfor være meget forsiktig med denne typen beregninger og estimerer selv om de kan gi et inntrykk av hvilke dimensjoner det er over de prosessene som skjer i ulike havområder.

#### **4.3.2 Reduksjon av eutrofiering**

Havområdene har en evne til å håndtere tilførsler av næringssalter ved at planter tar opp næringsstoffer. Dette fører til økt produksjon av biomasse og økt produksjon av oksygen til overflaten. Dette kan inntil en viss grense være positivt, men ved for store tilførsler av næringssalter kan responsen bli negativ. Siden Nordsjøen er omkranset av tett befolkete områder, er tilførsler av næringssalter som nitrogen og fosfor stor, både fra kloakk, landbruk og andre kilder. Når store tilførsler fører til at algeveksten blir for stor, oppstår ulike eutrofieringsproblemer (overgjødslingsproblemer).

Økt vekst av planteplankton kan føre til en så høy produksjon at dyreplanktonet ikke klarer å ta unna nok, og alt for mye planteplankton synker ned mot bunnen og går i forråtnelse. Dette medfører lave oksygenverdier i bunnvannet, og bunndyrene, som er avhengig av oksygen for å leve, blir negativt påvirket og kan i verste fall dø ut. Slike forhold er kjent først og fremst fra fjorder, men også områder i Skagerrak har hatt lave oksygenverdier på dypere vann. Kysten av Vestlandet og nordlige deler av Nordsjøen er i liten grad påvirket av eutrofiering, og også i Skagerrak har det vært nedgang i tilførsler av næringssalter de siste årene.

Eutrofiering kan føre til at artssammensetningen endres mot mer dominans av mindre arter. Dersom individene av planteplankton blir mindre kan det føre til endringer oppover i

næringskjeden slik at det også blir mer av mindre former for dyreplankton. Dette kan resultere i mer komplekse og ineffektive næringskjeder, og muligens gi maneter konkurransefortrinn fremfor fisk. Slike endringer grunnet eutrofiering kan samvirke eller forsterke liknende effekter påvist fra temperaturøkning. Slike effekter kan videre virke negativt inn på de produserende og kulturelle tjenestene.

Eutrofiering kan til en viss grad virke stimulerende på fastsittende vekster som tang, tare og ålegras. Disse plantene lagrer mye av sin næring i vinterhalvåret. Dersom det blir for mye næringsstoffer i vannmassene i sommerhalvåret, vil dette stimulere andre og mer hurtigvoksende alger. Det er mange eksempler på at ålegras og sukkertare er blitt helt overgrodd av trådformete alger i sommerhalvåret, og at dette har ført til at de opprinnelige plantene dør.

Den økonomiske verdien av de regulerende økosystemtjenestene kan vurderes ved å beregne hva det (på billigst mulig måte) ville koste samfunnet å erstatte tjenesten fullt ut - dersom det er mulig. En annen tilnærming for å vurdere verdien av forbedret vannkvalitet for eksempel som følge av redusert eutrofiering, er å spørre den berørte befolkningen om hva det er verdt for dem å få forbedret vannkvalitet. Et eksempel på en slik verdsettingsundersøkelse med bruk av betinget verdsetting er vist i boks 4.1.



#### *Boks 4.1: Eksempel: Verdsetting av bedre vannkvalitet i Nordsjøplanområdet*

##### **Et regneeksempel: Verdsetting av bedre vannkvalitet som følge av redusert eutrofiering fra svenskegrensen til Lindesnes**

Tidlig på 90-tallet ble det gjennomført en studie som verdsatte vannkvalitetsforbedringer i vassdrag og *kystområder* i det som den gang ble kalt Nordsjøplanområdet, dvs. fra svenskegrensen til Lindesnes, eller omtrent tilsvarende det som kalles Skagerrak-området i forvaltningsplanen (Magnussen 1992).

Dette er rekreasjonsområde for en stor del av Norges befolkning. Vi så at både de som brukte området til egen rekreasjonsaktivitet og de som bodde langt vekk og sjelden eller aldri besøkte det aktuelle området, syntes det hadde en verdi å få bedre vannkvalitet. Men de som bodde nærmest og brukte området mest, hadde – naturlig nok - høyere betalingsvillighet enn de andre. Betalingsvilligheten for en vannkvalitetsforbedring i dette området var i gjennomsnitt ca. 1000 kroner per husholdning per år i 1992-kroner, noe som tilsvarer ca. 1470 kroner nå.

Vi antar her at prisstigningen for "renere hav" er lik konsumprisindeksen. Dette er ikke nødvendigvis riktig. En del studier har pekt på at den kanskje burde settes høyere – fordi ren natur blir stadig mer av en mangelvare, samtidig som folk (i Norge) blir rikere. Dette tilsier at priser på miljøgoder øker *mer* enn prisen på vanlige forbruksgoder, men av mangel på bedre anslag, benyttes konsumprisindeksen for fremskriving av prisene fra 1992 til i dag.

Hvis vi som et meget røft estimat antar at betalingsvilligheten hos den norske befolkning er like stor for å få forbedringer i Skagerrak i dag som den var for å få en viss forbedring i Nordsjøplanområdet, ville det tilsvare en samlet betalingsvillighet på ca. 3,2 milliarder kroner per år.

Man skal være varsom med bruk av disse tallene. De er kun ment som en illustrasjon. Men de kan brukes til å illustrere et viktig poeng. Verdien av bedre vannkvalitet over var en *årlig* verdi. Hvis vi antar at denne vil vare år etter år i for eksempel ti eller 100 år, ville en slik årlig verdi i samfunnsøkonomisk forstand tilsvare en nåverdi på henholdsvis 25 eller 80 milliarder kroner (hvis vi regner 4 % diskonteringsrente i henholdsvis 10 eller 100 år). Dette understreker betydningen av å vurdere de langsiktige verdiene av å bevare eller forbedre miljøkvaliteten i havet (jf. kapittel 3).

Det er gjennomført undersøkelser i flere land for å finne fram til verdien av rent vann i ferskvanns- og havområder. På midten av 1990-tallet ble det gjennomført en spørreundersøkelse i Polen og Sverige der allmennhetens betalingsvillighet for å slippe overgjødslingseffekter i Østersjøen ble undersøkt. De spurte fikk beskrivelser av overgjødsling, oksygensvikt, forandringer i dyre- og planteliv, algeblomstring og potensiell helserisiko. På grunnlag av dette kunne man så trekke konklusjoner om hva befolkningen i henholdsvis Polen og Sverige var villige til å betale for å redusere overgjødslingen til et visst nivå i Østersjøen. De polske resultatene har blitt bearbeidet for også å beregne betalingsvilligheten i Estland, Latvia, Litauen og Russland mens de svenske resultatene er overført til de etablerte markedsøkonomiene i Danmark, Finland og Tyskland.

Forskjellen mellom landene er stor. Den gjennomsnittlige betalingsvilligheten for en polakk beregnes til ca. 2 euro per måned og for en svenske til omtrent 13 euro per måned. Den sammenlagte betalingsvilligheten, som er et uttrykk for nytten av forbedringen i vannkvalitet for samfunnet, ble beregnet til ca. 4,8 milliarder euro (nærmere 40 mrd kroner) per år, noe som er nesten dobbelt så mye som den sammenlagte minimumskostnaden for å

oppnå målsettingene for redusert tilførsel av næringsstoff (Naturvårdsverket 2009). Vi ser at betalingsvilligheten for en gjennomsnittssvenske er av samme størrelsesorden som vi fant for vannkvalitetsforbedringen i Nordsjøen som vi refererte ovenfor i boks 4.1.

#### **4.3.3 Andre regulerende tjenester**

##### **Regulering av skadelige stoffer, miljøgifter**

Nordsjøen tilføres en rekke skadelige stoffer som søppel, olje- og petroleumsprodukter og miljøgifter. Det fysiske og biologiske miljøet i Nordsjøen har flere typer tjenester som håndterer forurensende stoffer. De stoffene som er nedbrytbare, blir tatt hånd om av mikroorganismer, andre kan fortynnes av havstrømmer og blandingsprosesser, mens andre igjen kan lagres i organismer eller deponeres i bunnsedimentene.

Når det gjelder forurensninger fra petroleumsindustrien, består dette av en rekke mer eller mindre giftige organiske komponenter, og disse vil nedbrytes av mikroorganismer over tid. Ved et utslipp vil etter hvert oljenedbrytende bakterier respondere med rask vekst og starte nedbrytning av utslippet. Både det som er i vannmassene, og det som havner i fjæra, vil brytes ned, men ved tilførsler av store mengder på et begrenset område vil det kreves lang tid før alt er brutt ned.

Miljøgifter kan være lite nedbrytbare. En del av de organiske stoffene er fettløselige og transporteres og akkumuleres oppover i næringskjeden, og man kan finne høye verdier av disse i bl.a. torskelever (jf. avsnittet om trygg sjømat i kapittel 4.4.1). Enkelte organiske miljøgifter som PAH og PCB samt noen metaller er funnet lagret i fine sedimenter i Norskerenna. Marint søppel eller marin forsøpling er et problem som har fått forsterket fokus, og som det er behov for mer kunnskap om. Også her er det mange typer søppel som er lite nedbrytbare og betraktes som problematiske og langvarige påvirkninger hvis det ikke fjernes (jf. også avsnittet om estetiske verdier i kapittel 4.5.3).

De fleste typer forurensning er negative både for de støttende, produserende og de kulturelle økosystemtjenestene, selv om ikke alle har direkte og tydelige skadeeffekter.

Tilførsler av flere forurensninger er redusert og ligger i stor grad under det som er definert som individuell faregrense. Det er imidlertid store kunnskapshull om konsekvensene av den samlede belastningen av miljøgifter, klima, eutrofiering, og eventuelle andre påvirkninger.

Havets mekanismer som nedbryter av skadelige og fremmede stoff er viktige i mange sammenhenger og for mange tjenester som er viktig for menneskers velferd. Rekreasjonsbrukere og kommersiell virksomhet knyttet til turisme er avhengig av rent vann som ikke forårsaker sykdom og som ser bra ut. Kommersiell fiske er avhengig av fangst som er av god nok kvalitet til at den kan brukes som menneskeføde. Dette er også viktig for omdømmet til fisken. Dersom man får problemer med omdømmet for eksempel på grunn av en episode med forhøyede verdier av miljøgifter, kan langtidseffekten være betydelig – selv om de faktiske verdiene kommer under grenseverdiene igjen.

For å få en idé om verdien av disse tjenestene for samfunnet kan man tenke seg å beregne de kostnadene det ville medføre å konstruere tilsvarende prosesser i et renseanlegg. Et uttrykk for verdien av å unngå oljeutslipp får man for eksempel ved å vurdere kostnadene til

oljevernberedskap og oppryddingskostnader etter oljeutslipp. Men slike kostnadstall vil bare gi minimumsestimater.

En annen tilnærming til verdien av disse tjenestene er hva det er verdt for den berørte befolkning å unngå de negative effektene av skadelige stoffer. Dette er gjort i Norge blant annet for å estimere verdien av å unngå konsekvenser av miljøgifter og unngå oljeuhell. Et eksempel på vurderinger av verdien av å unngå kostholdsråd som følge av miljøgifter er vist i boks 4.2. Eksempelet er hentet fra miljøgiftsituasjonen i et fjordområde og kan ikke overføres til dagens situasjon i forvaltningsplanområdet, men er med som et eksempel på at denne typen effekter også *kan* verdsettes i kroner.

*Boks 4.2: Eksempel på verdsetting av å unngå kostholdsråd som følge av reduserte miljøgifter i sedimenter*

#### **Eksempel: Verdien av å unngå kostholdsråd**

I Norge er det gjennomført to undersøkelser der man har forsøkt å finne verdier for å unngå negative effekter av miljøgifter i vann – begge er gjennomført i Grenlandsfjordene i Telemark. Slik sett er området et fjordområde – ikke havet – og området er mye mer begrenset enn Nordsjøen-Skagerrak-området. I begge undersøkelsene ble verdiene av reduserte miljøgiftkonsentrasjoner i vannet knyttet til kostholdsråd og omsetningsforbud for sjømat fra fjorden. Magnussen og Bergland (1996) gjennomførte en betinget verdsettingsundersøkelse av betalingsvilligheten hos husstander i tilgrensende kommuner for å oppheve kostholdsråd og omsetningsforbud i Grenlandsfjord-området.

Gjennomsnittlig betalingsvillighet per husstand i kommunene som omgir Grenlandsfjordene for total opphevelse av kostholdsråd og omsetningsforbud i Grenlandsfjordene var kr 430-1000 per år i 1996-kroner, noe som tilsvarer ca. 600-1350 kroner per i dag.

Barton et al. (2010) gjennomførte i 2005 en betinget verdsettingsundersøkelse blant befolkningen i kommunene i området rundt Grenlandsfjordene, og fant en gjennomsnittlig betalingsvillighet i størrelsesorden 750-1700 2005-kr per husstand per år for å gjennomføre sedimenttiltak som ville oppheve omsetningsforbud og kostholdsråd for fisk og skalldyr i Grenlandsfjordene. Betalingsvilligheten avtok med respondentenes boavstand fra fjorden. Betalingsvilligheten var noe større enn det man fant i Magnussen & Berglands (1996) studie ti år tidligere.

Betalingsvilligheten som ble målt i Grenlandsfjordene ga uttrykk for "total økonomisk verdi" som intervjuobjektene knyttet til opphevelse av kostholdsrådene. Denne inkluderer både bruksverdier (for eksempel fritidsfiske) og ikke-bruksverdier (for eksempel eksistensverdi).

Samlet samfunnsøkonomisk nytte for alle berørte husstander i kommunene rundt Grenlandsfjordene ble av Barton et al. beregnet til omtrent 100 millioner 2005-kr per år i oppryddingsperiode. Dette ble beregnet å være i samme størrelsesorden som de årlige kostnadene ved å rydde opp i hele fjordsystemet i samme periode.

#### **Biologisk regulering**

Med biologisk regulering menes en situasjon der en organisme regulerer en annen ved beiting/predasjon eller begrenser skadene av en negativ prosess ved å spise en annen art. Et eksempel er at blåskjell ved sin effektive filtrering av vannmasser kan begrense partikler og dermed bidra til forbedret vannkvalitet. Man har i norske farvann (for eksempel Larviksfjorden) forsøkt småskala blåskjellanlegg for å rense fjordområder som et alternativ til renseanlegg.

I naturen foregår det hele tiden ulike former for biologisk regulering, særlig ved prosesser som er styrt ovenfra. Hvis man påvirker viktige økosystemkomponenter eller arter som har en nøkkelrolle i systemet, kan det oppstå tydelige effekter nedover i næringskjeden, såkalte kaskadeeffekter eller dominoeffekter. De store forekomstene av kysttorsk tidligere har sannsynligvis spilt en stor rolle i å regulere de dyrene som står lenger ned i næringskjeden. Ved å fiske for mye eller påvirke økosystemene slik at slike viktige arter går kraftig tilbake synliggjøres deres regulerende tjenester. Det er foreløpig bare påvist fra våre naboland, men reduksjon av torsk har ført til økte forekomster av mindre fisk som leppefisk og kutlinger. Disse har igjen beitet for mye på små dyr som snegl og krepsdyr som opprinnelig har hatt en viktig rolle i å holde bladene til ålegras fri for påvekst. Det finnes også andre eksempler der menneskers påvirkning på viktige arter har forstyrret de biologiske reguleringsmekanismene og medført dramatiske endringer nedover i næringskjeden.

Det er under de støttende tjenestene forklart at artsmangfold og særlig mangfold av arter med liknende økologisk funksjon kan bidra til å styrke den økologiske stabiliteten til systemer ved at en art trer inn og overtar en funksjon når enn annen art reduseres eller forsvinner. Slike reguleringsmekanismer, sammen med enkelte arters vide toleranse for forstyrrelser, er viktig for opprettholdelsen av økosystem som Nordsjøen og Skagerrak som utsettes for flere typer påvirkninger.

Biologisk regulering har verdi først og fremst ved å sørge for at økosystemet fungerer som det skal og derved unngår negative effekter også for arter og systemer som kan ha bruksverdi. Tjenesten kan også ha en viss ikke-bruksverdi, selv om de færreste vil være seg bevisst denne delen av ikke-bruksverdien, og den vil være vanskelig å verdsette i praksis. Det man eventuelt kan verdsette vil ofte være de tilfellene der grensene for de biologiske mekanismene er overskredet ved å se på hvilke følger det får for andre tjenester og verdier.

### ***Tilbakeholdelse av sedimenter***

Klimaendringer har ført til større fare for stormer og flom, endring i nedbørsmengder og avsmeltingsforhold, og alt dette påvirker erosjon og tilførsler av partikler og næringssalter. Mange av våre store vassdrag munner ut i fjorder, og fjordene fungerer i stor grad som retensjonsområder der partikler blir fanget opp og lagret. Langs kysten har vegetasjon som ålegras og tareskoger evne til å dempe vannbevegelse og fange opp sedimenter, og det er også trolig at de kan bidra til å redusere erosjon. En stor tilførsel av partikler av både mineralsk og organisk opprinnelse vil også bli lagret og omsatt i bunnsedimentene der det lever en rekke gravende dyr som rører om i sedimentene og omsetter det organiske materialet.

Økende tilførsler av partikler som sedimenterer har blitt et problem, og dette har vært medvirkende til den store nedgangen av sukkertare på Skagerrakkysten. Sukkertaren er avhengig av fast underlag og ved nedslamming vil ikke nye rekrutter finne 'fotfeste' når de gamle dør ut. Det er funnet en økende nedslamming av hardbunn på beskyttede områder i de senere år. I tillegg vil økende partikkelmengder bidra til å redusere lyset til plantene, både ved nedslamming av blader og ved redusert gjennomsiktighet i vannet.

For selve forvaltningsplanområdet Nordsjøen og Skagerrak (dvs. utenfor grunnlinjen) er økosystemtjenesten knyttet til sedimentretensjon, flom- og bølgedemping så vidt man vet per i dag av mer begrenset betydning. Tareskogen kan imidlertid ha en bølgedempende effekt, og

den kan være med å hindre sedimentutvasking av strender innenfor skogen, for eksempel på Jæren. I norske farvann er skjærgården med holmer og skjær viktig for bølgedemping inn mot kysten.

#### 4.3.4 Regulerende økosystemtjenester - oppsummering

En oppsummering av tjenester, typer verdier og mulige verdsettingsmetoder for regulerende økosystemtjenester er vist i tabell 4.3.

*Tabell 4.3: Regulerende økosystemtjenester: Forenklet oversikt over økosystemtjenester, type verdier de representerer, aktuelle økonomiske verdsettingsmetoder og forekomst av eksempler på bruk for marine områder. Tabellen er ikke uttømmende mht. type verdi og verdsettingsmetoder, men peker på viktige/"typiske" verdier/metoder*

Tjeneste	Type verdi	Aktuelle økonomiske verdsettingsmetoder	Eksempler/kommentarer
<b>Regulerende tjenester</b>			
Klimatisk og atmosfærisk regulering (for eksempel CO <sub>2</sub> -binding)	Bruksverdi (indirekte), ikke-bruksverdi; grunnlag for andre tjenester	Erstatningskostnader (skyggeprosjekt); sparte kostnader til rensing; Oppgitte preferanser (for ikke-bruksverdiene)	Kan regne på tonn CO <sub>2</sub> bundet i havet*skadekostnad per tonn (for eksempel CO <sub>2</sub> -kvotekostnad), men obs på kapasitetsgrense
Tilbakeholdelse av sedimenter (sedimentretensjon)			Ikke beregnet for Norge
Regulering av eutrofiering (overgjødning)			Norge: Betalingsvillighet for vannkvalitetsforbedring i Nordsjøplanområdet. Tilsvarende for Østersjøen, Storbritannia m.fl.
Biologisk regulering			Ingen norske; noen svenske eksempler finnes
Regulering av skadelige stoff (for eksempel miljøgifter, olje, søppel)			Norge: Betalingsvillighet for fjerning av miljøgifter i Grenlandsfjordene.

\* PFM = produksjonsfunksjonsmetoden (jf. kapittel 3) (PFM dekker kun bruksverdi; ikke ikke-bruksverdi)

#### 4.4 Produserende økosystemtjenester

De produserende (også kalt "forsynende") økosystemtjenestene omfatter følgende tjenester som omtales i det følgende:

- Produksjon/forsyning av mat egnet for konsum
- Produksjon/forsyning av ikke-spiselige produkter
- Forsyning av genetiske ressurser
- Forsyning av marine ressurser for farmasøytisk, kjemisk og bioteknologisk industri
- Forsyning av dekorative ressurser
- Energiforsyning fra havet
- Forsyning av areal og vannveier

#### 4.4.1 Fisk og skalldyr

Mange marine arter forsyner folk med mat, - både fisk, skalldyr, sjøpattedyr og alger brukes til menneskemat. Fisk og skalldyr fra fiskerier og oppdrettsnæring forsyner oss med mat, samtidig som det foregår verdiskaping i selve næringen, i foredlingsindustrien og i form av økonomiske ringvirkninger lokalt, regionalt og nasjonalt. Ringvirkninger i form av sysselsetting, produksjonsverdi osv. for fiskerier og akvakultur er behandlet blant annet i rapporter fra Kolshus og Homstvedt (2012) og Olafsen et al. (2010) og omtales derfor ikke videre i vår rapport.

##### ***Fiske – førstehåndsverdi***

Basert på statistikk i Kolshus og Homstvedt (2012) kan vi oppgi tall for fangstverdier knyttet til norsk fiske i forvaltningsplanområdet. Førstehåndsverdien av den norske fangsten i Nordsjøen-Skagerrak økte fra ca. 2,8 til ca. 3,2 mrd kr fra 2009 til 2010. I gjennomsnitt utgjorde pelagisk fisk (fiskearter som lever i de frie vannmassene) 85 % av fangstmengden og 70 % av førstehåndsverdien. Pelagiske fiskearter stod for ca. 2,1 milliarder kroner, torsk og torskefisk for ca. 650 millioner kroner, skalldyr og bløtdyr for ca. 270 millioner kroner og flat- og bunnfisk for ca. 50 millioner kroner (Kolshus og Homstvedt 2012).

Fangsten i Nordsjøen i 2010 var 550 000 tonn, og gjennomsnittsfangsten per år i perioden 2000-2010 var ca. 580 000 tonn. Fangsten i Skagerrak var 12 000 tonn i 2010, og gjennomsnittsfangsten i perioden 2000-2010 var 15 000 tonn per år. Pelagisk fisk var viktigst målt i fangstmengde og utgjorde halvparten av oppfisket kvantum. I førstehåndsverdi var skalldyr og bløtdyr viktigst og utgjorde i snitt for perioden 65 % av total verdi. Torsk utgjorde 1 % av førstehåndsverdien fra fiske i Nordsjøen/Skagerrak. Dette er en mindre andel enn i andre havområder.

Fangstverdien i 2010 var ca. 3 milliarder kroner i Nordsjøen og 215 millioner kroner i Skagerrak (Kolshus og Homstvedt 2012). Fangstverdien totalt og fordelingen mellom Nordsjøen og Skagerrak har variert mellom 2 202 millioner kroner (i år 2000) og 3 147 millioner kroner (i 2005) for Nordsjøen og mellom 164 millioner kroner (i år 2004) og 256 millioner kroner (i år 2008) i Skagerrak.

Disse tallene er oppgitt som bruttoverdi mens det er nettoverdien (det vil si fratrasket produksjonskostnader) som representerer nytteverdien i samfunnsøkonomisk sammenheng.

##### ***Fiske – arter og mengder***

Fiskeartene i Nordsjøen og Skagerrak er tidligere beskrevet som ledd i økosystemet (kapittel 4.2.). Her beskrives viktige kommersielle arter i forvaltningsplanområdet. Arter som ål og leppefisk er ikke omtalt, men disse har vært/er økonomisk viktig for det kystnære fisket som i hovedsak foregår innenfor grunnlinjen. Beskrivelsen av fiskbare arter i det følgende bygger i sterk grad på beskrivelser i Ottersen et al. (2010).

Sild og brisling dominerer den pelagiske delen av økosystemet i Nordsjøen, der de befinner seg hele året. Små bestander av makrell og hestmakrell er i hovedsak også til stede hele året. På ettersommeren vandrer store mengder makrell og hestmakrell fra sine gyteområder utenfor våre farvann inn i Norskehavet og Nordsjøen, fra sør og nordvest.

De dominerende torskefiskene i forvaltningsområdet er torsk, hyse, hvitting, øyepål og sei, mens de viktigste flyndrefiskene er rødspette, gapeflyndre, sandflyndre, tunge og lomre.

De viktigste byttedyrsfiskene er tobis, sild, brisling og øyepål. Norsk vårgytende sild (NVG) er en annen bestand enn den høstgytende nordsjøsilda (NGV). Den vårgytende silda er i hovedsak en Norskehavs- og Barentshavsbestand, men når bestanden er stor, gyter den også langs Norges nordsjøkyst, bl.a. utenfor Karmøy og Lista.

Den totale fiskemengden i Nordsjøen har variert mellom 11 og 15 millioner tonn de siste 20-25 årene. Den relative fordelingen av biomassen mellom ulike arter viser store variasjoner i perioden (Ottersen et al. 2010).

#### *Pelagiske fiskearter*

##### *Nordsjøsild*

Sild i Nordsjøen blir fisket i et direktefiske med ringnotfartøy og trålere, og som bifangst i industritrålefisket. Det norske fisket skjer hovedsakelig med ringnot. Nordsjøsilda forvaltes av EU og Norge, som i fellesskap avtaler den årlige totalkvoten. Det gis en egen bifangstkvote for sild til EU-flåten mens bifangst i det norske fisket avskrives mot den norske kvoten for direktefiske. Totalkvoten for direkte fiske på sild var i 2009 på 171 000 tonn. Av dette var EU-kvoten på 121 410 mens norsk kvote var 49 590 tonn.

##### *Brisling*

Det meste av brislingen blir tatt av danske industritrålere. Det norske fisket er et direktefiske med ringnotfartøy. Brislingfangstene i Nordsjøen går til produksjon av fiskemel og –olje. Brislingfangsten fra Nordsjøen hadde en topp midt på 1970-tallet da fangsten var 640 000 tonn. Deretter fulgte en nedgang til et historisk lavmål i 1986. De siste årene har totalfangsten vært mindre enn 18 000 tonn, og av dette har norsk fangst vært mindre enn 10 000 tonn.

Brislingfisket har i praksis vært regulert ut fra hensynet til nordsjøsildbestanden. For å beskytte ungsilda har det de siste årene vært innført flere restriksjoner på fisket.

##### *Makrell*

Fisket etter makrell reguleres etter avtaler mellom Norge, EU og Færøyene. I internasjonal sone i Norskehavet reguleres fisket av NEAFC. Fisket utgjorde ca. 120 000 tonn i 2008 og 2009. Før 1970 ble makrell stort sett fisket i Nordsjøen, og Norge var helt dominerende. Etter sammenbruddet av nordsjøkomponenten kom flere land med i fisket, og fiskeriområdet ble utvidet vestover og sørøver langs Storbritannia, Biskaiabukten, Spania og Portugal. Det norske fisket har etter sammenbruddet stort sett vært i nordlige deler av Nordsjøen (90 %), Skagerrak og sørlige deler av Norskehavet. Det norske fisket er først og fremst et snurpefiske, men det tas også en del med trål og dorg. Nå går tilnærmet all norsk fangst til konsum, men tidligere (før sammenbruddet) gikk nesten hele den norske fangsten til mel- og oljeindustrien.

Det er den vestlige komponenten av den nordøstatlantiske makrellbestanden som er størst (75-85 prosent). Hovedbestanden sank til et lavmål i 2003, men er nå på vei opp igjen pga. en sterk 2002-årsklasse. Gytebestanden klassifiseres nå som god, men beskatningen er for høy (Ottersen et al. 2010). Island og Færøyene setter sine egne kvoter, og det fører til at det fiskes utover anbefalt kvote (Fiskeridirektoratet pers.medd.22.02.12).

### *Taggmakrell/hestmakrell*

Fisket etter nordsjøbestanden av taggmakrell foregår i sentrale og sørlige del av Nordsjøen inklusive Kanalen. Fangsten har de siste ti årene ligget på 23 000-48 000 tonn. Det norske fisket foregår med snurpenot, og tidligere gikk fangstene til mel og olje, men i de senere årene har nestene hele fangsten blitt eksportert til konsum.

### *Sei*

Norge har 52 prosent av totalkvoten for sei, som hovedsakelig blir fisket med bunntrål. I det norske fisket blir ca. 80 prosent tatt med trål, ca. 15 % med garn og ca. 5 % blir tatt som småsei med not på kysten. De totale landingene fra Nordsjøen har vært svært stabile på omkring 100 000 tonn siden 1989, men i de senere årene har ikke hele totalkvoten blitt tatt.

### *Bunnfisk*

#### *Torsk*

Torsk blir hovedsakelig tatt som bifangst sammen med hyse og hvitting i alle typer tråleredskap og snurrevad. Danmark og Norge har imidlertid også et direktefiske etter torsk med garn. Alle land som grenser til Nordsjøen fisker torsk, med Danmark, Skottland og Norge som de viktigste i de senere årene.

Landingene av torsk fra Nordsjøen var på sitt høyeste over 300 000 tonn, men siden 2003 har de i gjennomsnitt vært på mindre enn 30 000 tonn. I tillegg kommer store mengder utkast av undermåls torsk, og i de siste par årene også av torsk over minstemålet. Utkastet utgjør nå omtrent halvparten av fangsten, og det er i tillegg antatt at det er en betydelig mengde urapporterte landinger (Ottersen et al. 2010). I norske farvann er det utkastforbud.

### *Hyse*

Hyse blir fanget sammen med blant annet torsk og hvitting i alle typer redskaper, og Skottland står for over 80 % av landingene. Til tider kan utkast av småfisk være større enn landingene. Andre nasjoner som fisker hyse er blant annet Norge, Danmark, England, Tyskland og Frankrike. Mer enn halvparten av den norske fangsten blir tatt med trål. Det var tidligere betydelige hyse-bifangster ved industrifiske etter øyepål, men det er nå innført tiltak som gjør at bifangsten er redusert. Landingene i 1970 var på over 500 000 tonn, men de siste årene har de bare vært ca. 30 000 tonn, og kvoten har ikke blitt oppfisket.

### *Hvitting*

Hvitting blir fanget i trål sammen med blant annet torsk og hyse. Mesteparten blir fisket av Skottland, Frankrike og England. Utkastet er betydelig og utgjør ca. ¼ av fangsten. Tidligere var det også stor bifangst av hvitting i industritrålefisket etter øyepål. Landingene har vært oppe i nesten 100 000 tonn, men er nå nede i under 20 000 tonn.

### *Tobis (havsil)*

Tobis (havsil) blir fisket med trål på dagtid når den er oppe av sanden og beiter på dyreplankton. Tobis brukes nesten utelukkende til fiskemel og -olje. Det er Danmark og Norge som fisker det meste av tobisen. I perioden 1990-2002 varierte landingene rundt et gjennomsnitt på 815 000 tonn. Fra og med 2003 har landingene vært betydelig lavere. I norsk økonomisk sone var nedgangen svært stor, med reduksjoner i landinger på 88-94 prosent i perioden 2003-2005, sammenlignet med perioden 1994-2002. I EUs økonomiske sone var



nedgangen i samme periode 44-74 prosent. Fram til og med 2005 var det ingen kvotebegrensning i norsk sone. Norsk sone var stengt i 2007. Det var kvotebegrensninger i 2007 og 2008, og i 2008 ble fisket stoppet før kvoten var tatt pga. dårlig bestandssituasjon i norsk sone. I 2009 var tobisfisket helt stengt i norsk sone. Tobisfisket har aldri vært stengt et helt år i EUs økonomiske sone, og det er bare i 2007 at kvotene har vært begrensende for landingene. I norsk sone er det fra 2010 innført en arealbasert forvaltning som gjør at kun deler av tobisfeltene er åpnet for fiske i det enkelte år. Resten av feltet er fredet.

#### *Øyepål*

Fisket etter øyepål foregår langs vestre del av Norskerenna og over mot Fladen med småmasket trål på dypt vann. Det er i hovedsak Danmark og Norge som fisker øyepål. Landingen hadde en topp i 1974 med 740 000 tonn. På 1990-tallet svingte landingene rundt et gjennomsnitt på 150 000 tonn. I de senere årene har landingene vært betydelig mindre som følge av dårlig rekruttering og periodevis stenging av direktefisket. Danskene har også fisket øyepål i Skagerrak, gjennomsnittlig 20 000 tonn per år i perioden 1979 til 1998. De siste årene har det nesten ikke vært landet øyepål fra Skagerrak (gjennomsnittlig 0,1 tonn). Store fiskebanker er nå stengt for øyepålfiske på grunn av fare for innblanding av blant annet hyseyngel.

#### *Rødspette*

Rødspette fiskes med bunnetrål i den sørlige og sentrale delen av Nordsjøen i et blandingsfiske med den mer verdifulle tungen. Utkastet er betydelig og utgjør mer enn en tredel av total fangst, men i norsk sone er det utkastforbud. Rødspette i Nordsjøen er en felles bestand for Norge og EU, og Norge disponerer syv prosent av totalkvoten. Landingene har vært opp i over 150 000 tonn, men ligger nå rundt ca. 50 000 tonn for hele Nordsjøen. Norges fangst var 1090 tonn i 2010.

#### *Kommersielt høstede krepsdyr*

##### *Dypvannsreker*

Det norske rekefisket i Skagerrak og Nordsjøen startet på slutten av 1800-tallet og har vært kvoteregulert sidn 1992. Totalkvoten for Norskerenna-/Skagerrakbestanden fordeles mellom Norge, Sverige og Danmark på grunnlag av historiske landinger. Norge har 55 %, Danmark 27 % og Sverige 18 %. Siden 1980-tallet har totallandingene fra Skagerrak og Norskerenna variert mellom 10 000 og 16 000 tonn. Totalkvoten har økt jevnt siden 2000 og var i 2008 på 16 300 tonn, hvorav Norge kunne lande 9 731 tonn.

I Skagerrakområdet finnes det en stor flåte av små trålere som fisker etter reker, i tillegg til sjøkreps og fisk. Både i Norge og Sverige er flåten dominert av små fartøy med en besetning på et par mann, som hører hjemme i området, og rekefisket har betydning for den lokale sysselsettingen. Mye av rekene kokes om bord og leveres fersk til lokale markeder, noe som gir en høy kilopris. Smårekene leveres rå til industrien og foredles lokalt.

#### *Sjøkreps*

Sjøkreps er en av de mest verdifulle skalldyrartene i Nordøst-Atlanteren, og i Nordsjøen utgjør den det tredje mest verdifulle fisket. I 1950-årene lå de globale landingene på rundt 10 000 tonn årlig. Dette økte til i underkant av 60 000 tonn midt på 1980-tallet og har siden holdt seg på samme nivå. Halvparten av de globale fangstene tas av Storbritannia. Sjøkrepsbestanden i Skagerrak fiskes av Norge, Sverige og Danmark. Danmark og Sverige står for henholdsvis 61 og 33 prosent av fangsten i 2008, noe som overlater 6 % til Norge. Bestanden i Norskerenna

fiskes av Norge og Danmark, og 80-90 prosent av landingene står danskene for. I 2008 ble det landet 4 860 tonn sjøkreps fra Skagerrak og Kattegat fra en kvote på 5 170 tonn.

Det fastsettes ikke norske kvoter for sjøkrepsfisket. Det reguleres av konsesjons- og utøvelsesforskriftene. De norske landingene fra Skagerrak minket jevnt fra 1999 til 2005, men har økt siden 2006. I 2008 landet Norge 158 tonn. I Norskerenna vest for Lindesnes har også de norske fangstene økt siden 2006. Norge landet 142 tonn herfra i 2008, det høyeste tallet siden 2000. Sjøkreps fiskes med teiner og sjøkrepstrål. En del tas også som bifangst i rekestrål. Teinefiske etter sjøkreps har også blitt svært populært blant fritidsfiskere de siste årene.

### **Akvakultur**

I Norge er akvakulturnæringen lokalisert langs kysten, og dermed i hovedsak utenfor forvaltningsplanområdet. Akvakulturnæringen er imidlertid avhengig av rent hav og fôr som i stor grad stammer fra marin fisk (fiskemel og fiskeolje). Fôret stammer både fra forvaltningsplanområdet og fra andre områder. Samtidig kan fiskeoppdrettsanleggene påvirke økosystemene der de er lokalisert og i tilgrensende områder. Vi har derfor inkludert en kort omtale av selve akvakulturnæringen.

Det er Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane (dvs. vestlandsfylkene) som i all hovedsak står for fiskeoppdrettet i forvaltningsplanområdet. I de Nordsjøen-Skagerrak-relaterte fylkene ble det i 2010 solgt fisk fra fiskeoppdrettsanlegg til en førstehåndsverdi på nær 10 milliarder kroner. Dette tilsvarte i 2010 omtrent 30 og 65 prosent av all førstehåndsverdi av henholdsvis laks og regnbueørret, og 27 prosent av all førstehåndsverdi av annen fisk. Totalt utgjorde salg av slaktet fisk fra kysten av Nordsjøen/Skagerrak-relaterte fylker 316 000 tonn. Dette tilsvarte 31 prosent av total solgt mengde oppdrettsfisk (Kolshus og Homstvedt 2012).

Utviklingen for fiskeoppdrett i Nordsjøen/Skagerrak-relaterte fylker viser grovt sett samme trend som de resterende kystfylkene i Norge når man sammenligner mengde solgt fisk. Det har vært en økning i mengde solgt fisk for begge områder mellom 2002 og 2010. Mengde solgt fisk ligger hele 80 % høyere i 2010 enn i 2002 for fiskeoppdrettsanlegg i Nordsjøen/Skagerrak.

### **Trygg sjømat**

Innholdet av fremmedstoffer i fisk og annen sjømat har betydning for mattrygghet og human helse, og det er både i EU og Norge fastsatt øvre grenseverdier for maksimal mengde av et gitt fremmedstoff som er tillatt i sjømat som omsettes for salg. Det finnes i dag øvre grenseverdier for en rekke fremmedstoffer som tungmetaller og organiske miljøgifter i ulike typer sjømat.

Det ser ut til at nivåene av fremmedstoffer/miljøgifter i norsk sjømat fra Nordsjøen og Skagerrak generelt er lave. Selv om nivåene i mange tilfeller er noe høyere i Nordsjøen og Skagerrak enn i Norskehavet og Barentshavet, er det for de fleste arter som benyttes til mat ingen grunn til bekymring når det gjelder sjømattrygghet. Noen få arter kan ha nivåer av fremmedstoffer som ligger svært nær eller overskrider de øvre grenseverdier som gjelder for enkelte miljøgifter. Særlig nivåene av dioksiner og dioksinlignende PCB i lever (men ikke filet) fra torsk kan gi grunn til bekymring, men også nivået av kvikksølv i brosme filet kan være høyt i

deler av forvaltningsplanområdet (Forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak – rapport samlet påvirkning og konsekvens, foreløpig utgave 2011).

Mange norske *kystfarvann* har imidlertid problemer med forurensset sjøbunn – det gjelder også kystfarvann innenfor forvaltningsplanområdet for Nordsjøen og Skagerrak. Siden 1970-tallet har norske myndigheter gitt kostholdsråd for arter eller deler av fisk (for eksempel lever) i bestemte geografiske områder som virkemiddel for å unngå at befolkningen får i seg skadelige mengder miljøgifter fra sjømat. Mulig risiko for human helse ved konsum av fisk og skalldyr fra forurensede områder forårsaket at Miljøtilsynet innførte kostholdsråd. De fleste kostholdsrådene skyldes funn av PCB eller PAH i fiskelever eller blåskjell. Per i dag er det i størrelsesorden 30 havne- og fjordområder på landsbasis som omfattes av kostholdsråd, og flere av disse er på kyststrekningen som befinner seg innenfor forvaltningsplanområdet for Nordsjøen og Skagerrak.

Kyststrekningen er som nevnt ikke inkludert i selve forvaltningsplanområdet, men restriksjoner som er innført der illustrerer hvilke begrensninger forurensning med miljøgifter kan ha på konsum av mat fra kyst og hav.

#### **4.4.2 Andre produserende tjenester**

##### ***Verdiskaping knyttet til olje- og gassressurser i forvaltningsplanområdet***

Per 2010 befant 55 av 68 olje og gassfelt i drift seg i Nordsjøen (Kolshus og Homstvedt 2012) mens det ikke er olje- og gassutvinning i Skagerrak. Totalt stod feltene i Nordsjøen for rundt 2/3 av den totale produksjonen av olje og gass på norsk sokkel i 2010, noe som utgjorde 153 Sm<sup>3</sup> oljeekvivalenter. Store og viktige felt i forvaltningsplanområdet er Ekofisk, Troll og Oseberg. I 2010 stod disse tre feltene for 40 prosent av olje- og gassproduksjonen i Nordsjøen og 28 prosent av den totale produksjonen på norsk sokkel (Kolshus og Homstvedt 2012).

Det er også store uoppdagede olje- og gassressurser i Nordsjøen, og estimatet for uoppdagede olje- og gassressurser i Nordsjøen har en forventningsverdi på 1175 millioner Sm<sup>3</sup> oljeekvivalenter. Estimerer innenfor et konfidensintervall varierer fra 750 til 1650 millioner Sm<sup>3</sup> (Oljedirektoratet 2011).

Det pågår nå et arbeid med å utforme en internasjonal klassifisering av økosystemtjenester i regi av FN (UNSD), European Environment Agency (EEA) og Verdensbanken. I dette arbeidet inngår ikke olje og gass som en økosystemtjeneste. Det ligger dermed an til at olje og gass ikke vil bli betraktet som en økosystemtjeneste. Vi vil derfor ikke gå nærmere inn på disse verdiene her, men viser til andre rapporter som estimerer slike verdier (jf. bl.a. ovennevnte rapport fra Oljedirektoratet 2011).

##### ***Fiskemel og -olje***

En betydelig del av fiskefangsten fra havet blir til fiskemel og fiskeolje som brukes til fôr til husdyr og oppdrettsfisk. En kombinasjon av ulike faktorer som markedets etterspørsel (og dermed priser) og kvotestørrelser avgjør andelen av ulike fiskeslag som går til henholdsvis konsum og fiskemel og -olje. Fisken som går til oppmaling inngår i fangstkvote og i førstehåndsverdien som ble omtalt i kapittel 4.4.1. Mel- og oljeindustrien bidrar til verdiskaping og sysselsetting, i tillegg til at produktene gir grunnlag for videre verdiskaping for eksempel innen akvakultur.

### ***Taretråling***

Taretråling foregår i havet utenfor Rogaland og nordover til og med Sør-Trøndelag. I forvaltningsplanområdet er det i hovedsak utenfor Rogaland og Sogn og Fjordane det foregår taretråling. Taren leveres til mottaksstasjoner der den blir kuttet og lagret for videre transport til alginatfabrikken på Karmøy (Rogaland).

Taretråling foregår på dyp mellom to og 20 meter. Høsteområdene er inndelt i felt, og trålingen av et felt foregår vanligvis med fem års mellomrom, men med fire års mellomrom i Rogaland der taren vokser raskere. Med nåværende teknologi er det bare en begrenset del av taren i et åpent trålfelt som høstes. Taretrålen er selektiv, slik at det er de største plantene som høstes. Når disse er tatt, blir det mer lys tilgjengelig for de små som står igjen, og disse vokser da raskere.

Stortaren brukes som råstoff for produksjon av alginat. Alginat er tarens støttesubstans på samme måte som cellulose er hos landplanter. Hele planten brukes i produksjonen, men det er stilken som gir alginat med mest verdifulle egenskaper. Den store stivheten i stilken er grunnlaget for disse egenskapene. Stilken utgjør ca. 60 % av planten.

Gjennomsnittlig årlig totalkvantum av høstet tare på landsbasis har de siste fem årene ligget i underkant av 150 000 tonn. Av dette høstes ca. 25 prosent i nordsjøregionen (Fiskeridirektoratet, pers. medd 22.02.12). Eksportverdien av alginatproduktene er anslagsvis 0,5 -1 milliarder kroner per år. Anslagsvis 25 prosent av denne verdien er knyttet til høsting av tareskog i forvaltningsplanområdet for Nordsjøen – Skagerrak. (Dette er igjen oppgitt som bruttoverdi mens det er nettoverdien (det vil si fratrukket produksjonskostnader) som representerer nytteverdien i samfunnsøkonomisk sammenheng).

### ***Potensielle verdier***

Det er ikke stort uttak av andre typer ikke-spiselige ressurser fra Nordsjøen og Skagerrak per i dag, men det er mange potensielle verdier som finnes der – kjente og ukjente.

#### ***Uttak av sand og grus***

Utvinning av sand, grus og stein for eksempel for landfylling, bygging og vedlikehold av strender, er eksempler på produkter som stammer fra det marine miljøet. Det tas ikke ut sand og grus i planområdet i henhold til Ottersen et al. (2010), men det tas ut noe skjellsand innenfor grunnlinjen i Rogaland og Vest-Agder, innenfor grunnlinjen.

#### ***Genetiske ressurser***

Genetiske ressurser er definert som "genetisk materiale av faktisk eller potensiell verdi". Vanligvis blir genetiske ressurser fra planter og dyr brukt til å forbedre helsen og produksjonen av avlinger eller buskap. Slik bruk av genetiske ressurser har økt og forbedret produksjon, resistens mot sykdom, smak og tilpasningsevne etc. hos mange forskjellige plante- og dyrearter i landbruket i en årrekke.

Verdien av genetiske ressurser er vanskelige å tallfeste. Nytt for samfunnet kommer for eksempel i form av at man kan bruke mindre antibiotika og andre medisiner i oppdrettsnæringen, få bedre vekst (mindre fôr for å produsere en kg fisk) osv. Det er derfor i

stor grad "unngåtte kostnader" for miljø og næring, som er nytteverdien. I tillegg er det opsjonsverdier og kvasi-opsjonsverdier knyttet til denne tjenesten.

#### *Ressurser for farmasøytisk, kjemisk og bioteknologisk industri*

Forsyning av marine ressurser for farmasøytisk, kjemisk og bioteknologisk industri er nøye forbundet med det vi beskrev over om at havet kan forsyne oss med viktige genetiske ressurser. Forsyning av marine ressurser for farmasøytisk, kjemisk og bioteknologisk industri inkluderer all slik bruk av de marine ressurser vi har, eller kan ha, i dag og i fremtiden. Ingen kan gi et eksakt tall for alle arter på kloden. Ingen kan heller forutse deres nytte for mennesker, industri og samfunn. Naturen er en kilde til inspirasjon, særlig i farmakologi og bioteknologi. Mer enn 35 000 arter i verden produserer stoff som er, eller har vært, brukt til farmasøytiske formål.

Noen eksempler på bruk og noen eksempler på stoffer som anses som spesielt interessante finnes, men det er lite som er undersøkt om slike muligheter i marine områder, inkludert Nordsjøen og Skagerrak.

Råmaterialer fra havet kan brukes til fremstilling av medisiner. Et eksempel er firmaet Biotec som fra et avfalls- eller biprodukt fra rekeproduksjon produserer såkalt alkalisk fosfatase («Shrimp Alkaline Phosphatase» (SAP)). SAP brukes av forskere og laboratorier som holder på med DNA-sekvensering, molekylærbiologisk forskning og diagnostikk, herunder i kartlegging av gener og innenfor rettsmedisin. (se <http://www.biotec.no/> og <http://www.forskning.no/artikler/2001/1016807882.71> ).

Foreløpig har norske forskere bare undersøkt et fåtall av de marine artene med tanke på kommersiell utnyttning. Noen eksempler på slik utnyttning og muligheter er gjengitt på SABIMAs hjemmeside (<http://www.sabima.no/sider/tekst.asp?side=492>).

I tillegg til å finne fram til nye stoffer, kan bioprospektering også bety at man utnytter tidligere ikke utnyttede ressurser på en ny måte. Et slikt eksempel er forslag og forsøk på å utnytte dyreplankton direkte til fôr for fisk – i stedet å gå veien om at dyreplankton spises av villfisk som så slakes og benyttes som fôr for oppdrettslaks. Dette er ikke vanlig foreløpig, men det vurderes. Slik kan man "spare" ett nivå i næringskjeden – og det er viktig når vi husker at som en tommelfingerregel forsvinner 80-90 % av energien fra et trofisk nivå til neste.

Når slike produkter faktisk tas i bruk, kan verdiskapningen enkelt verdsettes ved bruk av markedspriser på produktet eller kostnadene ved å erstatte råmaterialene som inngår (dvs. marginale kostnader ved kunstig fremstilling av de samme råmaterialene, eller markedspris på råmaterialer som er perfekte substitutter for disse råmaterialene fra havet).

Problemet med å fastsette verdien i eksakte kroneverdier på dette stadiet er at råmaterialene har et potensial til å kunne utvikles til medisiner, helsekost, miljøteknologi eller annen bruk, men de er ikke tatt i bruk foreløpig. Den totale samfunnsøkonomiske verdien (TEV) får da et tillegg i form av en kvasi-opsjonsverdi – knyttet til at det er verdt noe i dag ikke å ødelegge muligheter for fremtiden. Dersom disse artene forsvinner, forsvinner også mulighetene til å utnytte deres gener eller andre nyttige egenskaper i fremtiden. Den økonomiske verdien av dette er imidlertid vanskelig å anslå i kroneverdi.

### **Potensiell energiforsyning fra fornybare energikilder til havs**

Verdien av energiforsyning fra havet her refererer til energi *direkte* fra havet, for eksempel ved bruk av varmeveksling, bølge- eller tidevannskraft og offshore vindkraft.

Bølger, havstrømmer og tidevannsbevegelser representerer en lite brukt økosystemtjeneste. Disse formene for energi er fornybar, bærekraftig og praktisk talt uuttømmelig, og har dermed et stort potensial i global målestokk, men er foreløpig i liten grad utnyttet i regionen.

Selv om disse ressursene ikke utnyttes kommersielt i dag og dagens norske energipriser gjør det lite interessant å utnytte slik alternative energikilder, gir havområdet grunnlag for utvikling av denne typen energiressurser. Mest aktuelt i forvaltningsplanområdet er offshore vindkraft, der det for tiden gjennomføres konsekvensvurderinger av mulige lokaliseringer langs norskekysten, blant annet i Nordsjøen-Skagerrak-området. Eventuell faktisk utnyttelse av disse energiressursene kan verdsettes ved hjelp av produsert energi og markedspriser for energien (kroner per kWh) minus samfunnsøkonomiske driftskostnader. Per i dag er det imidlertid potensialet eller opsjonsverdien som kan vurderes, og denne må sees i sammenheng med antagelser om fremtidige energimarkeder og energipriser.

### **Nytten av havareal**

Havets overflate brukes til mange ulike aktiviteter. Hovednæringene som operer i de marine områdene er fiskeri, skipstrafikk og petroleumsvirksomhet. Disse næringene har ulike arealbehov. I Nordsjøen og Skagerrak er det flere områder der det vil kunne oppstå interessekonflikter mellom disse næringene og næringer som akvakultur og turisme, og andre økosystemtjenester som rekreasjon. Eventuell utvikling av vindkraft til havs vil være en ytterligere konkurrent om arealet.

Beregning av samfunnsøkonomisk verdi av areal som beslaglegges, bygger på alternativkostnadsprinsippet; dvs. hva som er verdien av arealet i beste alternative anvendelse. Dette vil f.eks. kunne være kostnaden arealbeslaget medfører for konkurrerende virksomhet som f.eks. kommersielt fiske ved at de får større drivstoff- og andre variable kostnader ved at de må gå til andre fiskefelter enn dem som er beslaglagt / påvirket av f.eks. olje- og gassinstallasjoner. Ofte oppdager man ikke verdien av areal til sjøs før det oppstår arealkonflikter og flere brukerinteresser/anvendelser ønsker å benytte samme areal, eller arealet på en slik måte at det fører til konsekvenser for andre anvendelser i området. Det er ikke gjort forsøk på å verdsette arealet til havs.

## **4.4.3 Produserende økosystemtjenester – oppsummering**

En oversikt over produserende tjenester er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 4.4: Produserende økosystemtjenester: Forenklet oversikt over økosystemtjenester, type verdier de representerer, aktuelle økonomiske verdsettelsesmetoder og forekomst av eksempler på bruk for marine områder. Tabellen er ikke uttømmende mht. type verdi og verdsettelsesmetoder, men peker på viktige/"typiske" verdier/metoder

Tjeneste	Type verdi	Aktuelle økonomiske verdsettelsesmetoder	Eksempler/kommentarer
<b>Produserende tjenester</b>			
Mat for menneskelig konsum- fisk og skalldyr	Bruksverdi,	Markedspris	Beregnet førstehandsverdier for fiske og fiskeoppdrett. Oftest bruttoverdier som oppgis.
Ikke-spiselige produkter	Bruksverdi, opsjonsverdi,	Markedspris/erstatningskostnad	Eks.: Fisk til fôr, Tareskog til alginat
Genetiske ressurser	Bruksverdi, opsjonsverdi, Kvasi-opsjonsverdi	Markedspriser, oppgitte preferanser	Potensielt store, men vanskelige å verdsette
Ressurser for farmasøytisk, kjemisk og biotekn. Industri	Bruksverdi, opsjonsverdi, Kvasi-opsjonsverdi	Markedspriser, oppgitte preferanser	Potensielt store, men ikke verdsatt. Implisitt vurdert gjennom midler til FoU.
Dekorative ressurser (for eksempel skjell og selskinn)	Bruksverdi, opsjonsverdi	Markedspriser	Relativt lite utbredt, ikke verdsatt
Energiforsyning fra havet (unntatt olje og gass)	Bruksverdi	Markedspriser	Lite utbredt i dag, potensielt viktig
Areal og vannveier	Bruksverdi, opsjonsverdi	Markedspris for alternativ bruk av areal	Kun verbalt beskrevet i Nordsjøen/Skagerrak. Kostnader oppstår ved arealkonflikter.

## 4.5 Kulturelle økosystemtjenester

De kulturelle økosystemtjenestene omfatter følgende tjenester:

- Rekreasjon og reiseliv
- "Havets testament"
- Estetiske verdier
- Vitenskap og utdanning
- Vedlikehold av kulturarven
- Inspirasjon til kunst og reklame

### 4.5.1 Rekreasjon og reiseliv

En viktig kulturell økosystemtjeneste fra det marine miljø er nytten dette miljøet gir som grunnlag for friluftsliv og rekreasjon. *Friluftsliv* er definert som "opphold i friluft i fritiden med sikte på miljøforandring og naturopplevelser" (St.meld.nr.71 (1972-73) *Om friluftsliv*). I det videre benyttes friluftsliv og rekreasjon ved kyst og hav som synonyme begrep. Kyst- og havmiljø er viktig for friluftsliv ved at det gir opplevelsesverdi, det er et sted å utøve aktiviteter, det gir helseeffekter og det er et viktig grunnlag for lokal og nasjonal næringsutvikling gjennom

turisme og reiseliv. En rekke fritidsaktiviteter utføres i det marine miljø, slik som fritidsfiske, bading og båtliv, dykking og fuglekikking. Og den vanligste av alle aktivitetene er opphold og turer ved kyst og hav. Det er vanskelig å skille den kulturelle nytten som samfunnet får fra kysten fra den nytten som kommer fra selve havet fordi de fleste opplever havet relativt nær kysten, samtidig som havets miljøtilstand har betydning for folks opplevelse av kysten og kystnære aktiviteter. Vi vil derfor ikke skille strengt mellom det som skjer utenfor og innenfor selve forvaltningsplanområdet i den følgende beskrivelsen.

Naturbaserte aktiviteter og miljøer kan redusere medisinske kostnader og forbedre rehabiliteringsprosesser (Naturvårdsverket 2009). Sammenhengen mellom helse – både fysisk og psykisk – og friluftsliv understrekes nå stadig oftere fra helsesektoren, og i Norge er det i gang både forskning og praktiske pilotprosjekter for å finne ut mer om disse effektene (jf. blant annet innlegg på Landskonferansen for Friluftsliv 2007 (DN 2007).

Samfunnsøkonomisk verdi av uorganiserte fritidsaktiviteter kan verdsettes i form av utøvernes rekreasjonsverdi (som også benevnes konsumentoverskudd, og er definert som forskjellen mellom det de maksimalt er villige til å betale for å få opplevelsen og det de faktisk betaler i form av utgifter). I tidligere studier er denne rekreasjonsverdien ofte målt som en verdi per rekreasjonsdag som så kan multipliseres med antall rekreasjonsdager/aktivitetsdager (en aktivitetsdag er definert som at én person utøver aktiviteten én dag).

Dersom aktiviteten er organisert, det vil si at det står en reiselivsarrangør bak rekreasjonsaktiviteten, kommer i tillegg et produsentoverskudd; dvs. nettoinntekten for produsenten/arrangøren av aktiviteten, for eksempel nettoinntekten til en turistvirksomhet som er basert på havets ressurser.

For tilreisende kan det derfor være vanskelig å skille mellom verdier for turisme (reiseliv) og verdien av selve rekreasjonen eller fritidsaktiviteten. Men for å finne totalverdien av turisme og rekreasjon, må vi fange opp *både* de verdiene som gjenfinnes i turistarrangørenes regnskap – og de verdiene utøverne får i tillegg til det de betaler for – eller som de får helt gratis fra naturen selv.

Vi vil i det følgende først forsøke å si noe om omfang og verdi av friluftsliv og rekreasjon i området, deretter verdier for turisme og reiseliv, men disse forholdene er for de tilreisende ganske sammenvevet, slik at det blir noe overlapp i beskrivelsene. Vi har ikke noe tilnærmet fullstendig bilde verken av rekreasjonsverdiene eller verdiskapingen som er forbundet med forvaltningsplanområdet, men vil gi noen eksempler for å illustrere og forsøksvis kvantifisere betydningen av området i rekreasjons- og reiselivssammenheng.

#### **4.5.1.1 Rekreasjon**

##### **Rekreasjonsverdier**

Både tilreisende og fastboende har rekreasjonsverdier knyttet til havområdene. De fastboende har kanskje valgt å bosette seg nær kysten nettopp for å kunne benytte kyst og hav til rekreasjon. De som har hytte i kystområder, har valgt å ha hytte der av samme grunn. En stor del av de tilreisende som kommer til området, kommer "på egen hånd" og bor utenfor de kommersielle overnattingstilbudene, og de som overnatter på hotell, motell, campingplasser



etc., har også rekreasjonsverdier forbundet for eksempel med bading og båtliv, fiske, jakt (sjøfugl), fugletitting, vandring i fjæra, osv.

### ***Fastboendes rekreasjonsdager ved havet***

Bosetting og virksomhet i Norge som sådan er i stor grad knyttet til kysten langs Nordsjøen og Skagerrak. Folketallet i kommunene langs kysten av Østfold, Vestfold og til og med Sogn og Fjordane var ved inngangen til 2011 ca. 1,8 millioner innbyggere (Kolshus og Homstvedt 2012). Veksten i folketallet er 66 prosent siden 1951, nesten like sterk vekst som i Oslo-regionen. I 100-metersbeltet bor nær 10 prosent av befolkningen på 2,6 prosent av kystkommunenes areal.

En landsomfattende undersøkelse (Magnussen og Navrud 1992) viste at hele 78 % av befolkningen over 15 år på landsbasis bruker vannforekomster i forbindelse med friluftsliv. Gjennomsnittlig antall dager brukt per person per år var 23. Det er ikke grunn til å anta at dette er veldig annerledes nå, men det kan være grunn til å tro at tallet snarere er høyere enn lavere enn gjennomsnittet blant beboerne i kommunene langs kysten i forvaltningsområdet fordi de bor så nær kysten.

Vi kan anta at av befolkningen i de aktuelle forvaltningsplankommunene er ca. 1,4 millioner over 15 år.

Med utgangspunkt i disse tallene, kan vi regne oss fram til at det utøves ca. 32 millioner fritidsdager ved sjøen blant de menneskene (over 15 år) som bor i disse kommunene langs kysten av Nordsjøen og Skagerrak.

Hytteturistenes rekreasjonsdager er omtalt i kapittel 4.5.1.2, sammen med omtale av deres bidrag til verdiskaping

### ***Fritidsfiske – fiskedager for fastboende i kystkommunene i forvaltningsplanområdet***

Når det gjelder aktiviteter utover opphold ved kyst og hav, forbindes regionen og kysten innenfor blant annet med fritidsfiske. Vi vet ikke hvor mange fiskedager som utøves i regionen, verken når det gjelder lokalbefolkning (befolkningen i de aktuelle fylkene), tilreisende nordmenn eller tilreisende utlendinger.

Vi har imidlertid noen mer generelle tall for fisketilbøyeligheten blant nordmenn. I en undersøkelse av fritidsfiske i Norden fant Toivonen et al. (2000, 2004) at 50 % av den norske befolkning i aldersgruppen 18-69 fisket minst én gang i året i ferskvann og/eller saltvann. Gjennomsnittlig årlig antall fiskedager per fisker var 12,9; 56 % av disse fiskedagene ble foretatt i havet og langs kysten.

### ***Rekreasjonsverdier av fritidsfiske for fastboende***

I gjennomsnitt brukte hver norsk fritidsfisker 1340 (2000-)kr i året på sitt fiske (kun variable kostnader medregnet; ikke investeringer i fiskeutstyr etc.). Hvordan dette fordeler seg mellom fiske i ferskvann og saltvann vites ikke. Betinget verdsettingsspørsmål om fiskernes maksimale betalingsvillighet, i form av økte utgifter utover de utgifter de har i dag for å bedrive denne rekreasjonsaktiviteten, ga en årlig rekreasjonsverdi (konsumentoverskudd) lik 790 kr per fisker. Det er ikke kjent hvordan dette fordeler seg mellom saltvanns- og ferskvannsfiske. Toivonen et al. (2000) fant imidlertid at betalingsvilligheten per år per fisker for å fiske i et lakse- og sjørretvassdrag var 900 kr. Når det gjelder rekreasjonsverdien av fritidsfiske i norske lakse- og sjørretvassdrag oppsummeres disse studiene i Navrud (2000). Studier som

bruker transportkostnadsmetoden og betinget verdsetting viser at disse to uavhengige metodene gir verdier av samme størrelsesorden, og at rekreasjonsverdien for én fiskedag i en god lakse- og sjørretelv som Gaula ligger i størrelsesorden 400 (1994-)kr, mens for forsurede elver med lite laks og hovedsaklig sjørret (som Vikedalselva og Audna) er rekreasjonsverdien for en fiskedag omtrent det halve. Om vi antar at rekreasjonsverdien stiger i takt med konsumprisindeksen tilsvarer dette nå henholdsvis 540 og 270 2012-kr per fiskedag. Et regneeksempel som antyder antall fiskedager og rekreasjonsverdien av fiskedagene for befolkningen som bor i kystkommunene i forvaltningsplanområdet er vist i boks 4.3. nedenfor.

*Boks 4.3: Regneeksempel for å illustrere antall fiskedager og rekreasjonsverdien av fiskedagene for befolkningen i kystkommunene i forvaltningsplanområdet*

#### **Fiskedager og rekreasjonsverdien av fiskedager – et regneeksempel**

Hvis vi antar at befolkningen i de aktuelle kystkommunene i forvaltningsplanområdet oppfører seg som landsgjennomsnittet når det gjelder fiskeaktivitet, betyr det at ca. 1,1 millioner personer fisker i løpet av året. Hvis vi antar at antall dager og fordeling mellom saltvannsfiske og ferskvannsfiske er som for landsgjennomsnittet, betyr det at folk i forvaltningsplanområdet tilbringer ca. 4 millioner dager med fritidsfiske ved kyst/hav.

Dette er omtrentlige anslag, og de *omfatter bare de som bor i disse kommunene*, ikke de som eventuelt reiser til områdene slik som turister og hyttefolk.

Hvis vi antar at fiskerne i de aktuelle fylkene har samme rekreasjonsverdi per fiskedag som resten av befolkningen, vil det si at den kan variere mellom ca. 270 og 800 kroner per dag, noe som tilsvarer i størrelsesorden 1-3 milliarder kroner (= 4 millioner fiskedager \* 270-800 kr/fiskedag) i rekreasjonsverdi per år knyttet til fritidsfiske i hav- og kystområdet blant kystkommunenes egne innbyggere.

Vi har her sett bort fra rekreasjonsverdi/konsumentoverskudd for tilreisende nordmenn fra de øvrige kommuner i Norge. Dette tilsier at vårt anslag er en betydelig undervurdering av samlet rekreasjonsverdi. På den annen side har vi ikke trukket fra at en del av befolkningen i de aktuelle kommunene kan foreta noen eller alle sine fiskedager utenfor disse fylkene. Tallene for årlig fiskerekreasjonsverdi må derfor tas med en stor klype salt, men kan antyde noe om størrelsesorden.

Vi har heller ikke gjort forsøk på å verdsette verdien av selve fisken (som førstehåndsverdien) som fiskes for rekreasjonsformål.

#### **Andre aktiviteter**

Både fastboende, hyttebeboere og andre tilreisende utfører en rekke friluftaktiviteter som fuglekikking, dykking, padling, havsafari etc. Muligheter for å utøve ulike aktiviteter er også viktig for turistnæringen. Den aktiviteten som utøves av flest er for øvrig "opphold ved kysten".

Vi har ikke tall for hvor utbredt disse aktivitetene er i form av antall aktivitetsdager eller utøvere, eller norske estimerer for verdien av den typen rekreasjon.

I USA finnes det derimot en stor litteratur som verdsetter rekreasjon og andre aspekter knyttet til kyst og hav. På <http://www.oceaneconomics.org> finnes verdiestimer for en rekke rekreasjonsaktiviteter knyttet til kyst og hav. Estimatenes oppgis som konsumentoverskudd (rekreasjonsverdi) per aktivitetsdag for ulike aktiviteter som fiske og dykking, eller betalingsvillighet per år for miljøtjenester og ikke-bruksverdier.

Rosenberger og Loomis (2001), og en oppdatert versjon av Loomis (2005), laget en svært mye sitert og omtalt sammenstilling av studier som verdsetter ulike typer rekreasjonsaktiviteter, bl.a. med mål om å bruke verdiene til nytteoverføring og samfunnsøkonomiske analyser innenfor USA (se tabell 4.5.). Disse verdiene er fremkommet ved bruk av enten transportkostnadsmetoder eller metoder som bygger på uttrykte preferanser.

Som man kan se av tabellen varierer gjennomsnittlige verdier ganske mye (fra US\$ 6-395 per dag), noe som hovedsakelig reflekterer at enkelte aktiviteter er langt mer populære og høyere verdsatt enn andre. For noen kategorier finnes relativt få studier, og estimatene er dermed mer usikre.

Aktiviteter som involverer vann direkte er godt representert og har verdier som varierer mellom US\$ 47 (strandbesøk) og US\$ 395 (vindsurfing) per dag. Jakt og fiske er de kategoriene det er flest studier for.

Slike verdier kan ikke uten videre overføres til Norge, men det er interessant å se at slike verdier er samlet inn. I og med at det er liten oversikt over antall dager med ulike aktiviteter i det aktuelle forvaltningsplanområdet, begrenser det også våre muligheter for økonomisk verdsetting av disse aktivitetene.

Tabell 4.5: Gjennomsnittlig konsumentoverskudd (rekreasjonsverdi) per aktivitetsdag per person fra primære (originale) studier som brukte transportkostnads – eller betinget verdsettingsmetoden, i perioden, 1967–2003. (Kilde: Utdrag av tabell 1 i Loomis 2005).

Activity	Studies	Estimates	Mean	Standard error
	--- Number ---			----- 2004 doll
Backpacking	1	6	52.10	9.29
Birdwatching	4	8	29.60	8.35
Camping	29	48	37.19	5.77
Cross-country skiing	8	12	31.38	3.41
Downhill skiing	5	5	33.49	8.48
Fishing	129	177	47.16	4.81
Floatboating/rafting/canoeing	20	81	100.91	9.56
General recreation	15	39	35.10	8.69
Going to the beach	5	33	39.43	5.06
Hiking	21	68	30.84	4.33
Horseback riding	1	1	18.12	
Hunting	192	277	46.92	2.20
Motorboating	15	32	46.27	7.43
Mountain biking	7	32	73.78	12.11
Off-road vehicle driving	4	10	22.92	3.95
Other recreation	15	16	48.70	11.57
Picnicking	8	13	41.46	10.69
Pleasure driving (which may include sightseeing)	4	11	59.23	18.84
Rock climbing	4	27	56.26	6.86
Scuba diving	2	24	32.36	11.21
Sightseeing	15	28	36.84	8.80
Snorkeling	1	9	30.31	15.36
Snowmobiling	3	8	36.29	13.24
Swimming	11	26	42.68	6.14
Visiting environmental education centers	1	1	6.01	
Visiting arboretums	1	1	13.54	
Visiting aquariums	1	1	28.31	
Waterskiing	1	4	49.02	12.72
Wildlife viewing	69	240	42.36	2.64
Windsurfing	1	1	395.47	

#### 4.5.1.2 Turisme og reiseliv

##### **Fritidsboliger langs kysten i forvaltningsplanområdet**

Tabellen nedenfor viser antall hytter fordelt etter avstand fra kysten for forvaltningsplanområdet og Indre Oslofjord. Av tabellen fremgår det at i forvaltningsplanfylkene er det over 80 000 hytter som ligger mindre enn 1 km fra kysten. Ca. 50 000 av disse ligger i fylkene fra Østfold til Vest-Agder mens de resterende drøyt 30 000 ligger i de tre vestlandsfylkene.

*Tabell 4.6: Antall hytter fordelt etter avstand fra kysten for forvaltningsplanområdet og Indre Oslofjord. Bearbeidet fra Kolshus og Homstvedt (2012) ved hjelp av grunnlagsdata fra SSB.*

	0-100 m	100-500 m	500-1000 m	Over 1000 m	I alt	Antall hytter 0-1000 m
01 Østfold	6 245	7 274	989	1 166	15 674	14508
07 Vestfold	5 407	5 533	939	1 110	12 989	11879
08 Telemark	4 372	1 973	301	1 200	7 846	6646
09 Aust-Agder	4 749	2 258	142	367	7 516	7149
10 Vest-Agder	5 459	2 357	432	2 845	11 093	8248
11 Rogaland	6 309	4 225	907	5 436	16 877	11441
12 Hordaland	11 551	5 464	947	10 997	28 959	17962
14 Sogn og Fjordane	2 945	1 275	338	5 398	9 956	4558
02 Akershus	2 199	3 623	878	1 646	8 346	6700
03 Oslo	623	22	3	1 650	2 298	648
06 Buskerud	1 312	1 662	285	1 163	4 422	3259

### ***Hytteturistenes rekreasjonsverdier og bidrag til verdiskaping i forvaltningsplanområdet***

Antall hytter er av interesse for å vurdere hvilke verdier som er knyttet til rekreasjon langs kysten. Det foreligger ikke oversikter som gjør det mulig å anslå verdien av hyttene per i dag (jf. Kolshus og Homstvedt 2012) eller hvordan verdien vil endre seg dersom havmiljøet endrer seg. I vår sammenheng er det like interessant å vurdere hvilke rekreasjonsverdier og hvilken verdiskaping som skjuler seg bak de mange hyttene. Det er sparsomt med statistikk over bruken av norske hytter, særlig bruken av hytter som ligger ved kysten. Men det finnes noen undersøkelser der reiseliv med utgangspunkt i private hytter er inkludert. For vårt område foreligger for eksempel slike undersøkelser for henholdsvis Østfold; Vestfold, Telemark og Buskerud; og Agder-fylkene (Dybedal 2005, 2006; Dybedal og Farstad 2010).

I Dybedal (2005) gjøres noen vurderinger av antall gjestedøgn for ulike typer hytter. For hytter i kystkommuner deles det i tre kategorier som vist i tabellen nedenfor.

*Tabell 4.7: Antall gjestedøgn (per hytte per år) på hytter i ulike typer kystkommuner (Kilde: Dybedal 2005).*

Karakteristikk av kommuner	Kommuner	Antall gjestedøgn (per hytte per år)
Populære kystkommuner med høy hyttefaktor, nær store befolkningskonsentrasjoner	Larvik, Sandefjord, Tønsberg, Nøtterøy, Tjøme	150
Populære kystkommuner med høy hyttefaktor, ikke helt nær store befolkningskonsentrasjoner	Bamble, Kragerø	120
Kystkommuner med variert hyttetilbud, bynært og/eller dagsturavstand fra Oslo	Røyken, Hurum, Horten, Stokke, Holmestrand, Svelvik, Sande, Porsgrunn	100

Basert på tabellen, kan vi anta at bruken av hytter ved kysten varierer mellom 100 og 150 gjestedøgn per år. Vi har lite grunnlag for å vurdere om dette er tilfellet i hele området i tilknytning til forvaltningsplanområdet, men tar det som utgangspunkt for å gjøre noen videre

vurderinger av verdiskaping knyttet til hytter i kystområdene i forvaltningsplanområdet. Et regneeksempel som kan illustrere antall rekreasjonsdager og verdiskaping knyttet til hytter i "1000-metersbeltet" langs kysten i forvaltningsplanområdet, er vist i boks 4.4. Hyttene brukes også av personer som bor i kommunen eller andre kommuner i forvaltningsplanområdet. Vi må derfor være varsomme for å unngå dobbelttelling, og tall for fastboendes og hyttefolkets rekreasjonsdager kan ikke summeres fordi kommunene som grenser til forvaltningsplanområdet som vi har sett har en betydelig fastboende befolkning, og noen av disse kan ha hytte i de samme kommunene.

*Boks 4.4: Hytteturistenes rekreasjonsdager og bidrag til verdiskaping i forvaltningsplanområdet*

**Hytteturistenes rekreasjonsdager og bidrag til verdiskaping i forvaltningsområdet – et regneeksempel**

Totalt for forvaltningsplanområdet som har ca. 80 000 hytter (som ligger 1000 meter eller mindre fra kysten), tilsier tallene at hyttene har anslagsvis 8 millioner – 12 millioner bruksdøgn per år. Dette kan vi anta tilsvarer deres rekreasjonsdager i området.

Bruksdøgnene fordeles mellom vestlandsfylkene med anslagsvis 3 millioner – 5 millioner og Skagerrak-området med anslagsvis 5 millioner – 7 millioner bruksdøgn per år. Dybedal (2005) oppgir forbrukstall per gjestedøgn som tilsvarer ca. 225 (2012-)kr. Dette omfatter servering, transport, bensin, verksted, varekjøp, aktiviteter og andre utgifter, men ikke kostnader til vedlikehold eller bygging og påbygging av hyttene.

Hvis vi bruker forbrukstallene for alle hyttegjestedøgn i forvaltningsplanområdet, finner vi at hyttegjestene handler for anslagsvis 1,8-2,7 milliarder kroner per år. Som nevnt i teksten over boksen, kan det imidlertid være overlapp mellom fastboende og hyttegjester. Tallene for de fastboende og hyttegjestenes rekreasjonsdager og verdiskaping kan derfor ikke summeres.

***Redusert omsetning ved økt forurensning, oljeutslipp eller lignende?***

Det er vanskelig å vurdere disse tallene, og det er spesielt vanskelig å vurdere hva endringer i kvaliteten eller kvantiteten av ulike økosystemtjenester fra havet vil bety for disse verdiene. Men la oss tenke oss at forurensning og søppel – eller et akutt oljeutslipp - reduserer antall gjestedøgn med 10 % mens det fortsatt legges igjen like mye per døgn. Dette vil med våre forutsetninger redusere omsetningen i kystkommunene i forvaltningsplanområdet med i størrelsesorden 180 -270 millioner kroner direkte og med 230 – 500 millioner kroner hvis vi også regner inn normale indirekte virkninger.

Etter Full City-forliset 31. juli 2009 ble det gjennomført flere studier om virkninger på friluftslivet (se bl.a. Øian et al. 2010). Det fremgår at grunnlaget for å vurdere kunnskap om friluftslivet i området før forliset var mangelfullt, men at man har kunnet etablere en referansesituasjon i studien. Rapporten gir ingen kvantitativ oversikt over endring i fritidsaktiviteter eller hytteliv og reiseliv som følge av forliset og oljesølet, men oppsummerer effekten av båthavariet på ulike fritidsaktiviteter, som vist i tabellen nedenfor.

Uten at nedgangen i aktivitet, eller bruksdøgn er kvantifisert, er det ut fra tabellen rimelig å anta at oljeutslippet førte til betydelig nedgang i bruksdøgn og aktivitetsdager i de berørte områdene. Effektene er vurdert ut fra den faktiske situasjonen som var i etterkant av Full City-

forliset. Dersom et lignende utslipp skjer til andre tider på året eller under andre værforhold, kan utslagene bli annerledes.

*Tabell 4.8: Grader av effekter av båthavariet Full City på de ulike fritidsaktivitetene innenfor de tre kjerneområdene for friluftsliv, i akuttfasen og videre de kortsiktige effektene:*

*A = svært negativ effekt, B = negativ effekt, C= liten negativ effekt, D= ingen negativ effekt.*

*(Kilde: Øian et al. 2010, tabell A, s. 9).*

Aktivitet	Mølen-Nevlunghavn		Krogshavn-Steinvika		Jomfruland	
	Umiddelbare effekter	Kortsiktige effekter	Umiddelbare effekter	Kortsiktige effekter	Umiddelbare effekter	Kortsiktige effekter
Båtliv	A	A	A	B	A	C
Turgåing	A	B	A	B	C	C
Bading	A	B	A	A	B	C
Hytteliv	A	B	D	D	C	C
Bølgesurfing, brettseiling og kiting	A	A	C	C	A	C
Padling	A	C	A	C	B	C
Jakt og fiske	A	B	B	B	B	B
Dykking	A	B	A	B	D	D
Fuglekikking	B	C	B	C	B	C

### **Overnattings- og serveringsvirksomhet**

Noen tall for overnattings- og serveringsvirksomhet i området i tilknytning til forvaltningsplanområdet er vist i boks 4.5. nedenfor. Dette er viktige lokaløkonomiske størrelser, men i en samfunnsøkonomisk analyse er det nettoinntekten (dvs. salg/omsetning fratrukket produksjonskostnader) som skal inkluderes. I en slik sammenheng vil sysselsetting ikke være en nytteeffekt, men lønnskostnader vil inngå i produksjonskostnader.

*Boks 4.4: Overnattings- og serveringsvirksomhet i forvaltningsplanområdet (Kilde: Kolshus og Homstvedt 2012).*

#### **Overnattings- og serveringsvirksomhet i forvaltningsplanområdet**

Hotell- og restaurantvirksomhet har et økonomisk omfang på anslagsvis 13 mrd kr i forvaltningsområdet vest og ca. 8 mrd kr i forvaltningsområdet øst (dvs. Skagerrak).

25 % av omsetningen innen hotell- og restaurantbransjen i forvaltningsplanområdet finner sted i 100-metersbeltet langs kysten.

### **Eksempler på betydning av reiseliv i kystnære deler av forvaltningsplanområdet**

Vi har ingen samlet oversikt over den økonomiske betydningen av turisme og reiseliv i de kystnære deler av forvaltningsplanområdet, men det foreligger slike beregninger for deler av området, og vi vil trekke fram noen eksempler. Dybedal og Farstad (2010) har beregnet økonomiske virkninger av reiselivet i Østfold i 2009. De konkluderer med at turister handlet varer og tjenester for omtrent 2,5 milliarder kroner i Østfold (inkludert merverdiavgift).

Overnattingsgjester stod for nesten 80 prosent av forbruket, herunder hotell- og campinggjester: 790 millioner kroner, besøkende hos slekt og venner og annen overnatting: 486 millioner kroner, hytteeiere: 389 millioner kroner og båtturister: 29 millioner kroner. Dagsturister og gjennomreisende forbrukte for 347 millioner kroner. Indirekte produksjonsvirkninger utgjør et tillegg på 37 prosent til de direkte virkningene. Sysselsettingsvirkningene av turistkonsumet utgjorde ca. 2 770 arbeidsplasser. Antall turistovernattinger foretatt av personer som er bosatt utenfor fylket, er beregnet til ca. 3,4 millioner mens ca. 585 000 overnattinger ble foretatt av østfoldinger i andre deler av fylket.

Med tanke på kystens betydning, kan vi merke oss at av de 3 363 000 overnattinger, var det bare 592 000 som ble foretatt i Indre Østfold mens resten, dvs. 2 771 000 ble foretatt i ytre, kystnære Østfold.

Også for Aust- og Vest-Agder er det gjort beregninger av økonomiske virkninger av reiselivet. I disse fylkene er det en større del som er knyttet til indre strøk av fylkene enn det som er tilfellet i Østfold, men vi kan for eksempel merke oss at når man ser på antall overnattinger i regionene, er det ca. 4,7 millioner i kystkommuner og 3 millioner i innlandskommuner. Totalt turistkonsum i kystkommunene er estimert til 2,9 milliarder kroner mens tilsvarende for innlandskommunene er 1,1 milliarder kroner i Agder-fylkene. Når det gjelder båtturisme finnes det lite datagrunnlag for å gjøre beregninger i henhold til Dybedal (2006). Noen grove beregninger av turistforbruk knyttet til opphold i gjestehavner gir et resultat på 65 millioner kroner til sammen i Agderfylkene. Her er ikke anløp og overnattinger i uthavner og hos slekt og venner med. I sørlandsbyene regnes fritidsbåttrafikken å være betydelig. Anslaget på 65 millioner kroner er sannsynligvis for lavt, uten at de kan si noe mer konkret om dette, i henhold til Dybedal (2006).

Også for reiselivet i Buskerud, Telemark og Vestfold er det gjort beregninger av den økonomiske betydningen av reiseliv (Dybedal 2005). Samlet for fylkene er de direkte og indirekte virkningene av reiselivet beregnet til ca. 16 milliarder kroner i 2004, ca. 25 000 personer er sysselsatt som følge av turistenes etterspørsel og de indirekte virkningene dette skaper. I disse fylkene er imidlertid en betydelig større del av omsetning og ringvirkninger knyttet til indre strøk og fjellområdene, der det skjer mest utvikling i turisme og særlig hyttebygging mens det er nærmest full stopp i hyttebyggingen langs kysten.

Disse tallene illustrerer at det er betydelig turistvirksomhet i forvaltningsplanfylkene, og at kyst og hav virker som en "magnet" på turister.

### ***Verdiskaping innen fisketurisme i forvaltningsplanområdet***

I Borch et al. (2011) foreligger ferske tall for den økonomiske betydningen av fisketurisme i landet som helhet og fordelt på ulike regioner. Innenfor forvaltningsplanområdet konkluderer de med at ut fra omsetningstallene kan de økonomiske ringvirkningene beregnes til henholdsvis 204 millioner kroner i Vest-Norge (Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane) og i underkant av 40 millioner kroner i Aust- og Vest-Agder. Siden Østlandet kun har et par tilbydere av sjøfisketurisme ble ikke den delen av landet inkludert i undersøkelsen. Disse tallene er fremkommet ved å multiplisere antall fiskegjestedøgn med fisketuristenes daglige forbruk i ti ulike kategorier.



#### 4.5.2 "Havets testament"

Med "havets testament" menes verdier knyttet til forståelsen av at det har en verdi å bevare havet og dets økosystemer intakt av etiske grunner (**eksistensverdi**) og bringe det videre i minst like god stand til fremtidige generasjoner (**arveverdi**). *Havets testament* refererer til alle aspekter ved det marine miljøet. (Mer generelt snakker man ofte om "naturens testament".)

Når det gjelder Nordsjøen og Skagerrak kan dets "testament" kanskje best oppsummeres i et ønske om at det skal bevares og helst forbedres, som et rikt og produktivt havområde, der menneskelig påvirkning har ført til store endringer i økosystemet. Det er derfor i stor grad restituerende og forbedring som kan sies å være Nordsjøen og Skagerraks "testament".

Vi kan si at havets testament i stor grad er knyttet til bevaring av "kapitalen" eller "beholdningen", dvs. det legges særlig vekt på å ivareta de grunnleggende strukturene ved økosystemet, biodiversitet og grunnleggende strukturer, som faller inn under de støttende økosystemtjenestene (jf. figur 3.1.).

Havets testament kan vanskelig, for ikke å si umulig, kvantifiseres fullt ut. Likevel har man gjort forsøk på å vurdere betydningen for mennesker, til og med i kroner. Nytteeffektene av denne tjenesten kan være mange. Nytteeffektene tilfaller ikke bare næringslivet som utnytter havet, beboere langs kysten eller rekreasjonsbrukere eller besøkende til de marine områdene. Også de som bor langt unna Nordsjøen og Skagerrak og som ikke har planer om å oppsøke disse områdene, kan ha glede og økt velferd (nytte) av å vite at havområdene med alle deres planter, dyr og økologiske systemer bevares intakt, og at ikke vår generasjon tar skritt som kan ødelegge for alle fremtidige generasjoner.

Disse verdiene vil utgjøre en viktig del av det vi kaller ikke-bruksverdier knyttet til bevaring av marine økosystemer. Disse verdiene er ikke knyttet til spesiell bruk eller utnyttelse. I praksis kan det være vanskelig å skille denne delen av ikke-bruksverdien ut fra andre deler av den totale ikke-bruksverdien (som verdier knyttet til kulturell arv og identitet), men hovedpoenget er at *folk flest* har betydelige verdier knyttet til slike ikke-bruksverdier. Et eksempel på viktigheten av ikke-bruksverdier er vist i boks 4.6.

##### *Boks 4.6: Ikke-bruksverdier – et eksempel*

###### **Ikke-bruksverdier - et eksempel**

Tidligere norske verdsettingsundersøkelser knyttet til forbedret vannkvalitet i vassdrag og kystvann (på grunn av redusert eutrofiering) har vist at ikke-bruksverdier utgjør en betydelig del av folks betalingsvillighet for miljøgoder (Magnussen og Navrud 1992).

Da de spurte ble bedt om å fordele egen betalingsvillighet, fordelte respondentene ca. 20 % til "egen bruk av vannforekomstene" (bruksverdier), 20-30 % til "muligheter for senere bruk" (opsjonsverdi), og ca. 50-60 % for "bevaring/arv/eksistens" (ikke-bruksverdier). Det vil si at hvis en husholdning oppgir en betalingsvillighet på ca. 1000 kroner per år for å få bedre eller opprettholde en viss vannmiljøkvalitet, er 500- 600 kr av dette beløpet motivert ut fra et ønske om å bevare vannmiljøkvaliteten og overlevere miljøet i denne stand til sine etterkommere.

Klethagen (2005) beregnet betalingsvilligheten i den norske befolkningen for å unngå effektene av oljeuhell. For å finne betalingsvilligheten ble respondentene bedt om å verdsette

et oljevernberedskapsprogram som skulle hindre oljeuhell. Resultatene viste at utvalgets gjennomsnittlige betalingsvillighet var ca. 760 kroner per husholdning som et engangsbeløp.

Internasjonalt er det foretatt flere betinget verdsettingsstudier i etterkant av oljesøl, der spørsmålene har vært hva det er verdt for folk å unngå tilsvarende skader på økosystemet, dvs. bevare "havets testament". Etter Exxon Valdez-ulykken i Alaska ble det gjennomført en nasjonal studie i USA for å verdsette økt oljevernberedskap for Alaska. Studien ga en median betalingsvillighet på ca. 400 kroner per husholdning som et engangsbeløp (Carson et al. 2003).

Loureiro et al. (2009) gjennomførte en betinget verdsettingsstudie for å finne hva befolkningen i Spania var villig til å betale for en oljevernberedskapsplan som ville føre til at man kunne unngå tilsvarende skader på marine og kystnære økosystemer som forliset av oljetankeren "Prestige" medførte. Gjennomsnittlig betalingsvillighet per husstand som et engangsbeløp var 40-57 euro (300-500 NOK) (dvs. i samme størrelsesorden som Carson et al. 2003 fant for skadene forårsaket av forlistet til oljetankeren "Exxon Valdez")<sup>3</sup>.

Et annet uttrykk for verdien av å bevare havets testament får man ved å se hva det er verdt for folk å bevare dyrelivet, det vil si unngå at arter utrykkes eller forsvinner fra området. Richardson og Loomis (2009) oppdaterte en tidligere meta-analyse av studier som benytter betinget verdsettingsmetoden for å verdsette truede og sjeldne dyrearter. De beregnet gjennomsnittlig verdi for ulike arter/type arter som er verdsatt. Artene er stort sett andre enn dem som er aktuelle for Nordsjøen og Skagerrak, men noen eksempler kan gi en pekepinn om hvilke verdier man snakker om, Alle verdier er oppgitt i 2006-USD per husholdning, noen er oppgitt som en årlig betalingsvillighet, mens andre er oppgitt som en engangsbetaling. Noen eksempler på sjølevende, truede arter som er verdsatt og gjennomsnittlig (eventuelt lav-høy dersom slik er oppgitt) verdi er vist: delfiner (\$36/år); gråhval: \$35/år (\$24-46); laks \$81/år (\$10-139); sjøløve: \$71/år; havoter: \$40/år, havskilpadde: \$ 19/år; sel: \$35/år; knølhval: \$240 (engangsbetaling); monksel: \$166 (engangsbetaling).

Eksempelene som er gitt her kan ikke uten videre overføres til norske havområder, men kan gi en pekepinn om størrelsesorden av verdier, og viser at det har en verdi (også i kroner) å bevare plante- og dyreliv. Man må allikevel ikke tro at man har fanget hele nytteverdien av "havets testament" ved å se på for eksempel verdien av å unngå at en art utrykkes.

#### **4.5.3 Andre kulturelle tjenester**

##### ***Estetiske verdier***

Gleden ved å se og oppleve en attraktiv, rik og variert natur er viktig for helse og velvære. Attraktive marine utsikter kan være en viktig verdi både for fastboende, fritidsbeboere og turister, og de er også svært viktige for reiselivsnæringen. Derfor er denne tjenesten viktig i bebodde områder og turistområder der det er mange personer som kan nyte utsikten. På den annen side, er uforstyrrede kyst- og havområder mellom utviklede områder kanskje de

---

3) Tallene i disse eksemplene er i kroneverdier for ulike år, og omregning fra euro til norske kroner er ikke gjort ved bruk av kjøpekraftkorrigerte valutakurser eller justering for prisstigning til 2012-priser. Ved eventuell overføring av slike verdier til Nordsjøen-Skagerrak burde man også korrigere for ulikt inntektsnivå og antatt inntektselastisitet for betalingsvilligheten.

viktigste for folks opplevelser nettopp fordi de ikke er utviklet. Denne tjenesten er knyttet til andre tjenester som rekreasjon og turisme, og havets testament.

Dette er tjenester som er svært vanskelige å verdsette fullt ut i kroner, men vi kan vise noen eksempler på at slike tjenester også har økonomisk betydning. For fastboende og hyttefolket kan man få en idé om den økonomiske verdien av denne tjenesten ved å undersøke eiendomspriser. Et hus eller hytte med uforstyrret havutsikt har normalt høyere pris enn tilsvarende eiendom uten slik utsikt. Men verdien av estetikk strekker seg utover dette. For eksempel behøver man ikke eie hus eller hytte for å kunne oppleve en vakker havutsikt.

Verdien av vakker havutsikt er ikke verdsatt monetært (i kroner og øre) verken i Nordsjøen og Skagerrak-regionen eller i andre deler av Norge. Imidlertid har vi noen studier i Norge og andre land av folks vurdering og verdsetting knyttet til vindmøller (vindkraftverk) på øyer, langs kysten og til havs.

I Danmark har Ladenburg og Dubgaard estimert folks betalingsvillighet (ved bruk av valgekspesimenter) for å redusere de visuelle negative effektene fra et fremtidig offshore vindkraftanlegg som bestod av 720 vindturbiner henholdsvis 12, 18 eller 50 km fra kysten, sammenlignet med en utgangssituasjon der de ble plassert 8 km fra kysten. De fant at den gjennomsnittlige betalingsvilligheten per husholdning var henholdsvis 46, 96 og 122 euro per husholdning per år for å ha vindkraftanleggene plassert i 12, 18 og 50 kms avstand fra kysten sammenlignet med 8 km. Dette kan tas som uttrykk for at folk har en betydelig betalingsvillighet for å unngå det de oppfatter som forstyrrende elementer på havet som kan forstyrre det estetiske inntrykket.

#### *Marin forsøpling*

Marin forsøpling har fått større internasjonal fokus de senere år, og det berører det marine miljøet på mange måter. Marint søppel består ofte av tungt nedbrytbart materiale, noe som medfører at det gradvis skjer en oppbygging av søppel langs kysten og i havet. En del søppel forblir flytende i vannmassene over lang tid og løser seg opp til mikropartikler som kan utgjøre et problem for marint dyreliv.

Undersøkelser i regi av OSPAR viser at det registreres relativt store mengder søppel langs strendene og i havområdet i Nordsjøen. Plast er dominerende type søppel både på havbunnen og ved kysten. I OSPARS undersøkelser viste det seg at hele 94 prosent av alle undersøkte sjøfugler hadde plast i magen (Ottersen et al. 2010).

Forsøpling virker inn på flere av de marine økosystemtjenestene, som biologisk mangfold og bevaring av havets testament, men også estetiske verdier, og det kan gå ut over rekreasjonsverdien for mange aktiviteter knyttet til hav og kyst. De fleste vil vel ha større glede av å bade eller seile i farvann uten søppel, men det er gjort lite for å fastslå verdien av dette. Man vet imidlertid noe om hva som brukes for å rydde søppel. I Norge har vi ikke slike tall foreløpig, men tall fra Storbritannia (referert i Ottersen et al. 2010) tyder på at lokale myndigheter, industri og kystsamfunn brukte rundt 14 millioner britiske pund (dvs. ca. 130 millioner kroner) på å rydde opp i marin forsøpling. Denne kostnaden kan ikke brukes til å anslå den samlede samfunnsøkonomiske nytten av å redusere forsøplingen, men kan tas som et indirekte mål på hva samfunnet *minst* er villig til å betale for å redusere forsøplingen.

### ***Vitenskap og utdanning***

Et variert marint liv og et rikt kystmiljø kan gi grunnlag for forskjellige aktiviteter som skoleekskursjoner, etablering av muséer og akvarier, og forskning. Videre bidrar det marine miljø med historiske data om miljøforandringer og tidlig varsling om miljøforandringer.

Den samfunnsøkonomiske verdien av nærheten til havet for ulike utdannelses- og forskningsinstitusjoner kan i teorien verdsettes ut fra hva det ville koste å erstatte Nordsjøen og Skagerrak som "laboratorium" for utdanning og forskning dersom f.eks. feltarbeid ikke kunne gjennomføres i havområdet. I praksis vil man i beste fall kunne beregne kostnadene ved å erstatte enkelte deler av denne tjenesten.

En annen måte å se på de betydelige verdier som ligger i utdanning, og universitets- og forskningsaktiviteter knyttet til marin vitenskap, er å se på de bevilgninger samfunnet gir til marin forskning. Siden samfunnet bidrar med dette beløpet til marin forskning må denne forskningen være verdt minst så mye – dette blir da et minimumsestimat for samfunnets verdsetting.

### ***Vedlikehold av kulturarven***

Verdien av å vedlikeholde kulturarven refererer til ivaretagelse av den kulturelle arven knyttet til fiske, kyst- og havmiljø. Man har begrenset oversikt over kulturminner i Nordsjøen og Skagerrak, men forvaltningen anser at potensialet for kulturminner er høyt i eller på havbunnen (i henhold til St.meld. 8 (2005-2006)).

Kulturelle minnesmerker og kulturell arv og identitet er ikke fornybare og hvis bevis fra fortiden blir utslettet, kan de ikke erstattes. Lite informasjon er tilgjengelig om de kulturelle nytteverdiene som er knyttet til marine økosystemtjenester, men dette er på grunn av manglende forskning, ikke på grunn av manglende verdier. Folks interesse for å besøke historiske og kulturhistoriske steder og museer, er et uttrykk for at kulturell arv og identitet har betydning for folk.

### ***Inspirasjon til kunst og reklame***

Inspirasjon fra det marine miljøet og maritime aktiviteter har vært grunnlag for mange kunstverk, inkludert bøker, filmer, malerier og arkitektur, så vel som reklame. Inspirasjon er en ressurs med ukjent verdi. Viktigheten av denne tjenesten kan være lokal, men kan også ha regional eller nasjonal betydning, som i tilfeller der kunst og/eller kunstnere bidrar til berømmelse og trekker tilreisende til et område.

En annen mulig næringsvei knyttet til marine miljøer er naturdokumentarer og kulisser for norske og utenlandske filmer. Norge har ingen stor tradisjon innen disse feltene, mens alle vel er kjent med BBCs naturfilmer som selges til TV-kanaler over hele verden.

#### 4.5.4 Kulturelle økosystemtjenester - oppsummering

Kulturelle økosystemtjenester inkluderer tjenester som rekreasjon og turisme, ivaretagelse av kulturell arv og identitet og verdien av "havets testament". En oppsummering er gitt i tabell 4.9.

*Tabell 4.9: Kulturelle økosystemtjenester: Forenklet oversikt over økosystemtjenester, type verdier de representerer, aktuelle økonomiske verdsettingsmetoder og forekomst av eksempler på bruk for marine områder. Tabellen er ikke uttømmende mht. type verdi og verdsettingsmetoder, men peker på viktige/"typiske" verdier/metoder*

Tjeneste	Type verdi	Aktuelle økonomiske verdsettingsmetoder	Eksempler/kommentarer
Rekreasjon og turisme	Bruksverdi, opsjonsverdi ikke-bruksverdi,	Markedspris/TKM/oppgitte preferansemetoder	Mange eksempler for rekreasjonstjenester; fiske, jakt. Ofte bruttoprodukt (eller -produksjons)verdier for turisme
Havets testament	Ikke-bruksverdi	Oppgitte preferanser	Norge: Ikke-bruksverdi som andel av total betalingsvillighet knyttet til vannkvalitet i kystområdet fra svenskegrensen til Lindesnes.
Estetiske verdier	Bruksverdi og ikke-bruksverdi	Oppgitte preferanser/TKM for tilreisende; oppgitte preferanser/HP for fastboende	Få studier av estetikk med overførbarhet til hav i Norge; mest aktuelt: BV for å få vindmøller lenger til havs i Danmark
Vitenskap og utdanning	Bruksverdi, opsjonsverdi, ikke-bruksverdi kvasi-oppsjonsverdi	Erstatningskostnader, "implisitt verdsetting" i form av bevilgninger til FoU	Vanskelig å verdsette i kroner. Kun implisitt verdsetting i form av bevilgning til FoU
Kulturell arv og identitet	Ikke-bruksverdi	Oppgitte preferanser	Vanskelig å verdsette fullt ut i kroner. Norge: Verbal beskrivelse. Sverige: BV for bevaring av kulturelt viktig fiske
Inspirasjon til kunst og reklame	Bruks- og ikke-bruksverdi	Markedspriser	Ikke prissatt, kun verbal beskrivelse

*TKM= transportkostnadsmetoden, HP=eiendomsprismetoden, BV = Betalingsvillighet*

## 5 Kunnskapsbehov

Kunnskap om naturgrunnlaget og sammenhengene i økosystemene er grunnleggende for å kunne verdsette økosystemtjenester og endringer i økosystemtjenester. Det er et gjennomgående problem at man ikke kjenner godt nok til samvirke mellom arter og deres byttedyr, predatorer og konkurrenter. Dette er viktig informasjon for å beskrive og vurdere de støttende økosystemtjenestene, men også for å kunne vurdere hvordan endringer i livsbetingelser i naturgrunnlaget påvirker vår velferd gjennom endringer i produserende og kulturelle tjenester. Det er behov for å løfte fram økosystemtjenesteperspektivet ved utforming av nye naturvitenskapelige studier fordi det kan ha betydning for hvilken informasjon som bør samles inn, og det er store kunnskapshull når det gjelder studier som i praksis forsøker å vurdere og verdsette marine økosystemtjenester.

I det følgende vil vi først trekke fram noen sentrale kunnskapsbehov knyttet til det naturfaglige grunnlaget, deretter behovet for å se naturvitenskap og samfunnsvitenskap i sammenheng og avslutningsvis fokusere på kunnskapsbehov knyttet til metoder og studier for verdsetting av økosystemtjenestene.

*1) Det er behov for økt kunnskap om effekter på økosystemer og økosystemtjenester som følge av endringer i biologiske strukturer, enkeltorganismer og populasjoner.* Det er opparbeidet mye kunnskap om effekter av ulike påvirkninger på enkeltorganismer og populasjoner, men når det kommer til effekter på økosystemer og økosystemtjenester er det mangel på kunnskap om konsekvenser og årsakssammenhenger. Spesielt utfordrende er det å påvise samvirkende effekter, og i dag antar man at det kan være store samvirkende effekter mellom klimatiske påvirkninger, eutrofiering og andre forurensninger, samt fysiske påvirkninger og effekter av overfiske. Det er en stor forskningsmessig utfordring å påvise slike effekter.

Effekter av økende temperatur og endring i artssammensetning er under stadig utvikling, og mange av problemstillingen knyttet til økende temperatur er klare kunnskapshull. Hvorvidt for eksempel endringer i artssammensetning av plankton i Nordsjøen vil favorisere maneter fremfor fisk er et spørsmål som foreløpig står ubesvart, og det finnes flere liknende spørsmål knyttet til endringer og arter som sprer seg nordover. Dette gjelder også introduserte arter. Eventuelle endringer til mer komplekse næringskjeder, og hvor stort energitapet er fra primærprodusenter og opp til fisk er ukjent.

Betydningen av fremvekst og endringer i små kystnære fiskearter er lite kjent. Særlig gjelder det den økologiske betydningen av fisk som kutlinger og leppefisk som synes å opptre i meget store og tette bestander i strandsonen og på grunt vann. Det er først og fremst de viktigste kommersielle fiskeartene dagens forskning og overvåking fokuserer på.

Selv for kommersielle fiskerier, der man har oversikt over førstehåndsverdier av fangsten, er det imidlertid behov for mer kunnskap for å kunne kvantifisere og verdsette hvordan endringer i biologiske strukturer som fisken er avhengig av, gir seg utslag i fangst og fangstverdier over tid. For andre marine økosystemtjenester er det enda mindre kjennskap om sammenhenger mellom endringer i påvirkning og hvilke utslag det gir seg i verdien av tjenestene over tid.

Som eksempler på manglende kunnskap om slike sammenhenger, kan vi trekke fram samfunn knyttet til tareskoger og ålegras som regnes blant de mest produktive økosystemene på kloden. Forskning viser at kun en del av primærproduksjonen i disse systemene blir benyttet i de interne næringskjedene, og det betyr at en vesentlig del av produksjonen blir "eksportert" og utgjør næring for økosystemer utenfor tareskogen eller ålegrasenga. Man har ikke kunnskap om hvor mye som eksporteres, hvor det eksporteres eller hvilke næringskjeder det har betydning for.

I forbindelse med eksport av primærproduksjon vil biologisk materiale fra både tareskoger og planteplankton/pelagiske systemer synke ned til dypere sedimenter. Vi vet at det meste av dette materialet vil bli omsatt av bunndyr, men det er tenkelig at noe blir lagret i sedimentene (karbonsluk). Økt kunnskap om lagring av organisk karbon i sedimentene vil være viktig for kunnskap om karbon/CO<sub>2</sub>-budsjett og lagring av CO<sub>2</sub>. Akkurat som på land kan det tenkes at karbon lagres i ulike rater i de ulike økosystemene, og i Nordsjøen kan det tenkes at karbon lagres i ulike mengder på grunne bløtbunnsområder i forhold til de dypeste partier av Norskerenna.

2) *Det er store kunnskapshull når det gjelder effekter av biologisk kontroll.* En viktig faktor som har fått stor internasjonal oppmerksomhet i den senere tid, er effekten av overfiske av store topp-predator-fisk og den rollen de har hatt i å regulere økosystemet ovenfra. Man har noe kunnskap om hva som er viktig næring for de viktige artene i Nordsjøens økosystemer, men det er mindre kunnskap om hvor mye disse artene påvirker hverandre og hvilke eventuelle «dominoeffekter» det kan påføre nedover i økosystemet. Vi har under biologisk regulering beskrevet et forsøk som antyder at når torskebestanden reduseres, øker bestanden av småfisk, det kan føre til at små beitere går tilbake mens trådformete påvekstaler går fram, noe som igjen påvirker ålegraset negativt, slik at det kan dø ut. Dette illustrerer en kompleks og komplisert rekke med hendelser som viser hvordan ålegras kan påvirkes hvis man fisker opp kyst-torsken. Kunnskap om slike biologiske regulerende tjenester kan være viktig i forvaltning av bestander, men også for aktiv manipulering med arter for å oppnå en positiv regulering innenfor et økosystem.

3) *Så langt har betydningen av marint søppel i liten grad blitt undersøkt.* Vi har vært inne på at marint søppel kan virke inn på en rekke ulike økosystemtjenester, men det er lite kunnskap om hvordan og i hvilken grad de ulike økosystemtjenester påvirkes.

4) *Det er behov for å løfte fram økosystemtjenesteperspektivet ved naturfaglige studier.* For å kunne gjøre verdivurderinger av endringer i økosystemtjenester er det ønskelig med mest mulig kvantifiserte sammenhenger mellom tiltak, virkning på biologiske strukturer, og strømmen av økosystemtjenester. Gjennomgangen i kapittel 4 viser at det i svært liten grad foreligger slike kvantifiserte sammenhenger, og det er generelt gjort lite fra naturfaglig hold for å forsøke å tilrettelegge for å vurdere påvirkning på ulike økosystemtjenester. Dette gjør verdivurdering og verdsetting vanskelig og ofte upresis.

Hvis man ønsker å jobbe videre med en tilnærming med økosystemtjenester og verdsetting av økosystemtjenester (i økonomiske og andre termer), er det nødvendig at informasjonsbehovet sett fra økosystemtjenesteperspektivet blir inkludert når ny kunnskap skal innhentes. Det kan legges føringer for hvilken informasjon som bør samles inn.

5) Når det gjelder økonomiske vurderinger av marine økosystemtjenester, er det stor mangel på primære verdsettingsstudier på så å si alle områder. De fleste økosystemtjenestene har ingen markedspris, og det foreligger i liten grad andre typer verdsettingsestimater. Det er ikke gjennomført en eneste primær verdsettingsstudie med utgangspunkt i forvaltningsplanområdet for Nordsjøen-Skagerrak (eller for de øvrige norske forvaltningsplanområdene). Det er også mangel på aktuelle studier som kan benyttes til å overføre verdier fra primære verdsettingsstudier gjort i andre havområder fordi det er få studier som er gjennomført i havområder som kan anses som tilnærmet like våre forvaltningsplanområder. De fleste studier som er gjennomført, er utført i havområder med helt andre karakteristika. For eksempel finnes en rekke verdsettingsstudier av korallrev, men ingen av dypvanns- og kaldtvannsrev, slik at overførbarheten er meget tvilsom. Det finnes noen studier i Østersjøen/Det Baltiske hav, men selv om avstanden ikke er så stor, er miljøutfordringene relativt forskjellige, slik at man også her må regne med begrenset overføringsverdi – utover at studiene og verdiene de kommer fram til kan tjene som eksempler.

Når man ønsker å vurdere og verdsette økosystemtjenester for eksempel i et havområde som Nordsjøen og Skagerrak ender man i hovedsak opp med å illustrere at tjenesten har verdi og at mer eller mindre lignende tjenestene har vist seg å ha en bestemt verdi i en annen sammenheng. Hvis man skal komme lenger enn til å kunne demonstrere at det finnes en rekke økosystemtjenester og at de (også) har økonomisk verdi, er det helt nødvendig med nye, primære verdsettingsstudier. Dette gjelder alle tjenester.

6) Det er behov for videre arbeid med metoder og praksis for verdsetting av økosystemtjenester. Verdsetting av økosystemtjenester er et relativt nytt felt innen verdsetting av miljøgoder. I tillegg til behovet for utvikling av verdsettingsmetoder for goder som ikke har noen markedspris generelt, er det derfor behov for å vurdere og utvikle ulike metoder med spesiell fokus på verdsetting av økosystemtjenester, jf. blant annet noen av de utfordringene ved verdsetting av økosystemtjenester som ble trukket fram i kapittel 3.4.2.

7) Det bør jobbes med å fremskaffe gode, enkle, kvantifiserte eksempler på verdsetting av ulike økosystemtjenester. Det ville være nyttig å utvikle kunnskapen om å beregne areal av forekomster, samt mengden støttende, regulerende, produserende og kulturelle tjenester fra disse forekomstene; inkludert havets testament (ikke-bruksverdier). Den samfunnsøkonomiske verdien av disse tjenestene kan så beregnes under visse forutsetninger og ved å se til verdsettingsundersøkelser i andre land, samtidig som man passer på at man ikke dobbeltteller tjenester som støtter opp om hverandre. Ved å utføre slike regneeksempler som kvalitetssikres av både økologer og økonomer, kan man komme et steg videre mot målet om å finne størrelsesordenen av den samfunnsøkonomiske verdien av havets ulike økosystemtjenester.



## Referanser

Armstrong, C.W., V. Kahui og M. Aanesen (2008): Økonomisk verdsetting av havmiljø – anvendelse på havområdene i Lofoten – Vesterålen. Rapport fra Norges fiskerihøgskole, Tromsø.

Arrow, K.J and A.C. Fisher (1974): Environmental preservation, uncertainty and irreversibility, *Quarterly Journal of Economics* **88** (2); 312–319.

Barton, D.N., S. Navrud, H. Bjørkeslett og I. Lilleby (2010): Economic benefits of large-scale remediation of contaminated marine sediments—a literature review and an application to the Grenland fjords in Norway, *Journal of Soils and Sediments*, 10; 186-201.

Beaugrand G., Edwards M. og Legendre L. (2010): Marine biodiversity ecosystem functioning and carbon cycles. *PNAS* 107 (22): 10120-10124

Beaugrand G. F. Ibanez. & JA. Lindley. (2001): Geographical distribution and seasonal and diatal changes in the diversity of calanoid copepods in the North Atlantic and North Sea. *Mar EcolProg Ser* 219: 189-203.

Beaumont, N.J., M.C. Austen, S.C. Mangi og M. Townsend (2008): Economic valuation for the conservation of marine biodiversity. *Marine Pollution Bulletin* (2008).

Berge J.A. & K. Hylland ( 2011): Havet forsures. *Biolog* nr.1, 2011: 10-14.

Bodvin, T., Norling, P., Weber Smith, A. og E. Oug (2010): Mulige effekter av etablering av stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*) i Norge. DN-utredning 1-2010, ISBN 978-82-7072-131-3

Boyd, J. (2010): Lost ecosystem goods and services as a measure of marine oil pollution damages. *Resources for the Future*, DP 10-31.

Boyd J. and Banzhaf S (2007): What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616-626.

Bekkby, T. og W. Eikrem (2011): Økosystemtjenester i Nordsjøen – regulerende og støttende økosystemtjenester diskutert gjennom tre naturtyper. Notat fra NIVA til Klif, desember 2011. NIVA-notat.

Borch, T., M. Moilanen og F. Olsen (2011): Sjøfisketurisme i Norge – debatter, regulering, struktur og ringvirkninger. NORUT-rapport 1/2011. Northern Research Institute, Tromsø.

Carson, R.T., R.C. Mitchell, M. Hanemann, R.J. Kopp, S. Presser og P.A. Ruud (2003): Contingent Valuation and Lost Passive Use: Damages from the Exxon Valdez Oil Spill, *Environmental and Resource Economics*, 25 (3); 257-286.

Christie H, Norderhaug KM, og Fredriksen, S. (2009): Macrophytes as habitat for fauna. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 396: 221-233.

Dalen, D.M., M. Hoe og S. Strøm (2011): Verdsetting av økosystemtjenester. Notat, foreløpig versjon. Vista Analyse, Oslo.

Daskalov G.M. (2002): Overfishing drives a trophic cascade in the Black Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 225:53–63

Dybedal, P. (2005): Ringvirkninger av reiseliv i Buskerud, Telemark og Vestfold. TØI-rapport 780/2005. Transportøkonomisk institutt.

Dybedal, P. (2005): Økonomiske virkninger av reiseliv for Aust-Agder og Vest-Agder 2005. TØI-rapport 867/2006. Transportøkonomisk institutt.

Dybedal, P. og E. Farstad (2010): Økonomiske virkninger av reiseliv i Østfold. TØI-rapport 1070/2010. Transportøkonomisk institutt.

Eriksson BK, Ljunggren L, Sandström A, Johansson G, Mattila J, Rubach A, Råberg S, Snickars M (2009): Declines in predatory fish promote bloom-forming macroalgae. *Ecol Appl* 19:1975–1988

Finansdepartementet 2005: Veileder i samfunnsøkonomiske analyser. Finansdepartementet, Oslo.

Folke C., Carpenter S., Walker., Scheffer M., Elmqvist T., Gunderson L. and C.S. Holding ( 2004): Regime Shifts, Resilience, and biodiversity in Ecosystem Management. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35: 557-81

Forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak: - Rapport samlet påvirkning og konsekvens – del B, foreløpig utgave per 6. desember 2011.

Gederaas, L., Salvesen, I. og Viken, Å. (red.) (2007): Norsk svarteliste 2007 – Økologiske risikovurderinger av fremmede arter. Artsdatabanken, Norway.

Gundersen H., Christie H., deWit H., Norderhaug KM., Bekkby, T. og Walday MG. (2010): Utredning om CO<sub>2</sub>-opptak i marine naturtyper. NIVA-rapport 6070-2010, 25 pp.

Havforskningsrapporten 2011. Fisken og Havet. Særnummer 1-2011, 171s.

Heal, G.M. (2000): *Nature and the Marketplace*. Island Press, USA.

Hiddink, JG., Hofstede, RT.( 2008): Climate induced increases in species richness of marine fishes. *Global Change Biology* 14: 453-460.

Hoehn, J. P. and A. Randall. (1987): "A Satisfactory Benefit Cost Indicator from Contingent Valuation." *Journal of Environmental Economics and Management* 14; 226-247.

Jackson J.B. (2008): Ecological extinction and evolution in the brave new ocean. *PNAS* 105: 11458–11465

Klethagen, L. (2005): Er økt oljevernberedskap samfunnsøkonomisk lønnsomt? En betinget verdsettingsstudie av økt oljevernberedskap. Masteroppgave. Universitetet for miljø og biovitenskap.

Klima- og forurensningsdirektoratet (2003): Rapport: TA 1996/2003: Kostnader og samlet reduksjon av risiko for miljøskade ved utslipp av produsert vann: Operatørenes arbeid for å nå målet om nullutslipp til sjø). Da: Statens forurensningstilsyn.

Kolshus, K. og S. Homstvedt (2012): Næringer og samfunn i tilknytning til Nordsjøen/Skagerrak – statistikk for verdiskaping, produksjon og demografi. Underlagsnotat for Forvaltningsplanen for Nordsjøen/Skagerrak. SSB-notat februar 2012. Statistisk sentralbyrå.

Loureiro, M.L.; J.B. Loomis and M.X. Vázquez (2009): Economic Valuation of Environmental Damages due to the Prestige Oil Spill in Spain. *Environmental and Resource Economics*, Published online July 2009.

Lindley J.A. & S.D. Batten (2002): Long-term variability in the diversity of North sea zooplankton. J Mar Biol Ass UK. 82: 34-40.

Loomis J (2005): Updated outdoor recreation use values on national forests and other public lands. United States Department of Agriculture, Forest Service.

Magnussen, K. og O. Bergland (1996): Verdsetting av miljøgifter i vann. OR 51.96. Stiftelsen Østfoldforskning.

Magnussen K. og S. Navrud (1992): Verdsetting av redusert forurensning til Nordsjøen. Forskningsmelding B-015-92. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.

Magnussen, K., S. Navrud, O. San Martin, I. Biørnstad og OM. Gausen (2010a): Verdsetting av marine økosystemtjenester: Metoder og eksempler. Klima- og forurensningsdirektoratet, rapport TA-2582/2010.

Magnussen, K. L. Lillehammer, O. Gausen og LK. Helland (2010b): Marine økosystemtjenester i Barentshavet – Lofoten : Beskrivelse, vurdering og verdsetting. Sweco-rapport 144531.

Magnussen, K., H. Lindhjem og S. Navrud (2012): Hvordan kan effekter på marine økosystemtjenester håndteres i samfunnsøkonomiske analyser? Rapport fra Vista Analyse/Sweco Norge, rapport 2012/09, Oslo.

Markowska; Agnieszka and Thomas Zylicz (1999): Costing an international public good: the case of the Baltic Sea. *Ecological Economics* 30 (2) ; 301-316.

Miljøverndepartementet (2011): Norske miljømål. Miljøverndepartementet, Oslo.

MEA (2005): Millenium Ecosystem Assessment (MEA). Ecosystems and human well-being: current state and trends - findings of the Condition and Trends Working Group / edited by Rashid Hassan, Robert Scholes, Neville Ash.

Moy F., Christie H., Steen H., Stålnacke P., Aksnes D., Alve E., Aure J., Bekkby T., Fredriksen S., Gitmark J., Hackett B., Magnusson J., Pengerud A., Sjøtun K., Sørensen K., Tveiten L., Øygarden L., Åsen P.A. (2008): Sluttrapport fra Sukkertareprosjektet 2005-2008. SFT-rapport TA-2467/2008, NIVA-rapport 5709: 131 s.

Moksnes P.O., Gullström, M, Tryman K, Baden S. (2008): Trophic cascades in a temperate seagrass community. *Oikos* 117: 763-777

Moy F., Stålnacke P. (2007) Sukkertareprosjektet Analyse av klima- og miljøovervåkingsdata med betydning for sukkertare. SFT-rapport TA-2279/2007, NIVA-rapport 5454: 210 pp.

Naturvårdsverket (2009): Vad kan havet ge oss? Rapport 5937, Naturvårdsverket, Sverige.

Navrud, S. (2001): Economic valuation of inland recreational fisheries. Empirical studies and their policy use in Norway. *Fisheries Management and Ecology* 8 (4-5); 369-382.

Norling, P. og Jelmert A. (2010): Fremmede marine arter i Oslofjorden. NIVA-rapport 5919-2010, ISBN 978-82-577-5654-3

NOU (1998: 16): Nytte-kostnadsanalyser. Veiledning i bruk av lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor. Norges offentlige utredninger.

NOU (1997: 27): Nytte-kostnadsanalyser. Norges offentlige utredninger.

Oljedirektoratet 2011: Helhetlig forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak - Sektorutredning for petroleumsvirksomhet. Rapport fra faggruppen for Nordsjøen og Skagerrak. TA-2828/2011

Ottersen, G., Postmyr, E. og Irgens M. (2010): Faglig grunnlag for en forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak: Arealrapport. Fisker og Havet 6/2010, 190pp.

Postmyr, E. og G. Ottersen (redaktører) (2011): Sårbarhet for særlig verdifulle områder i forhold til petroleumsvirksomhet, skipstrafikk, fiskeri, land- og kystbasert aktivitet og langtransportert forurensning. Rapport fra faggruppen for Nordsjøen og Skagerrak. TA-2858/2011. Havforskningsinstituttet. Direktoratet for naturforvaltning.

Rosenberger R S and Loomis J B (2001): Benefit transfer of outdoor use values. U.S. Department of Agriculture & Forest Service.

SSØ (2006): Behandling av usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser - Veileder. Senter for Statlig Økonomistyring (SSØ), Oslo, 38s.

Steinacher M., F. Joos, T.L. Frolicher, G.K. Plattner & S.C. Doney (2009): Imminent ocean acidification in the Arctic projected with NCAR global coupled carbon cycle-limited model. *Biogeosciences* 6: 515-533.

Söderqvist, T. (1998): Why Give up Money for the Baltic Sea? – Motives for People's Willingness (or Reluctance) to Pay, *Environmental and Resource Economics* 12 (2); 249-254.

Toivonen, A.L.; H. Appelblad; B. Bengtsson, P. Geertz-Hansen, G. Gudbergsson, D. Kristofersson, H. Kyrkjebø, S. Navrud, E. Roth, P. Tuunainen & G. Weissglas (2000): "The Economic Value of Recreational Fisheries in the Nordic Countries". TEMA Nord Report 2000:604, 68 pp., ISSN: 0908-6692; Nordisk Ministerråd. København.

Toivonen, A-L, E. Roth, S. Navrud, G. Gudbergsson, H. Appelblad, B. Bengtsson and P. Tuunainen (2004): The Economic value of recreational fisheries in the Nordic countries. *Fisheries Management and Ecology*, 11 (1); 1-14.

TEEB (2010): The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). Economic and Ecological Foundation. Earthscan Publications, London. [www.teebweb.org](http://www.teebweb.org)

TEEB (2008): The Economics of Ecosystems and Biodiversity. An interim Report. European Commission.

Zylicz, Thomas; S.Georgiou., Agnieszka Markowska, Dominika Dziegielewska, K. Turner, Andreas Graham, and Ian H. Langford (1995): Contingent Valuation of Eutrophication Damage in the Baltic Sea. Working Paper GEC-1995-03. CSERGE University of East Anglia, UK.

Zaitsev Y, Mamaev V. (1997): Marine Biological Diversity in the Black Sea: A Study of Change and Decline. New York: United Nations Publications

Øian, H., M. Skår, O.I. Vistad og O. Andersen (2010): Full City-havariet: Kortsiktige effekter av oljeforurensning på friluftsliv. Forprosjekt. NINA-rapport 573.